



LAUREA
AMMATTIKORKEAKOULU

Uuden edellä

Palvelinympäristön kehittäminen Suomen Pankissa

Lusenius, Roni

2013 Laurea Leppävaara

Laurea-ammattikorkeakoulu
Leppävaara

Palvelinympäristön kehittäminen Suomen Pankissa

Roni Lusenius
Tietojenkäsittely
Opinnäytetyö
Marraskuu, 2013

Roni Lusenius

Palvelinympäristön kehittäminen Suomen Pankissa

Vuosi 2013

Sivumäärä 103

Tämän opinnäytetyön aiheena on virtuaalisen palvelinympäristön toteutuksen rekonstruktio, sekä palvelinympäristön osittainen toteutus testitarkoitukseen Suomen Pankille. Toisin sanoen opinnäytetyön aiheena on Suomen Pankin IT-infraosaston operoinnin hiekkalaatikkoympäristön uudelleenrakentaminen ja sen kehittäminen. Työn teoreettisessa viitekehyksessä aiheina ovat virtualisointi sekä palvelinvirtualisointi yksityiskohtaisemmin. Toiminnallinen osuus käsittää hiekkalaatikon uudelleenrakentamisen sekä testitarkoitukseen luodun virtuaalisen hiekkalaatikon toteutuksen osittain.

Työssä kuvaillaan virtualisoinnin historiaa ja sen soveltamista aidossa työympäristössä. Toiminnallista osuutta ovat isäntäkoneen, VMware-hallintapalvelimen sekä tallennuspalvelimen asennustyöt. Työn toiminnallinen osuus suoritetaan Suomen Pankissa ja työn toiminnallisen osuuden asennustöiden dokumentaatiot löytyvät liitetiedostoina.

Virtualisointia voidaan käyttää eri tarkoituksiin kuten palvelin-, verkko-, sovellus- sekä tallennusvälinevirtualisointiin. Palvelinvirtualisointi on edellä mainituista luultavammin eniten käytetty. Palvelinvirtualisointia voidaan hyödyntää kolmella eri tavalla; Rautapohjainen, ohjelmistopohjainen ja paravirtualisointi.

Työn toiminnallisessa osuudessa on käytetty hyvin pitkälti VMware:n virtualisointi ohjelmistoja.

Asiasanat: palvelin, virtualisointi

Roni Lusenius

Sandbox development in the Bank of Finland

Year	2013	Pages	103
------	------	-------	-----

This thesis is a reconstruction of virtual server environment implementation, as well as the server environment implementation of the Bank of Finland. In other words, the subject of the thesis is the Bank of Finland's IT infrastructure department operation of a sandbox environment for reconstruction and development. The theoretical framework will focus on virtualization and server virtualization in more detail. The functional section comprises a sandbox for testing purposes, as well as a partial reconstruction of an existing virtual sandbox implementation.

This thesis describes the history of virtualization and virtualization implementation in a real work environment. The practical part of the project consists of the installation for the host machine, VMware management server and the storage server. The practical part was executed in the Bank of Finland and the functional part installation documentation can be found at the end of the thesis paper.

Virtualization can be used for various purposes such as server, network, application and storage virtualization. Server Virtualization is among the above-mentioned probably the most widely used. Server virtualization can be used in three different ways; iron-based, software-based and paravirtualization.

VMware's virtualization software has been widely used in the functional part of the thesis project.

Keywords: server, virtualization

Sisällysluettelo

1	Johdanto	9
1.1	Esittely	9
1.2	Tavoitteet	10
1.3	Työn tilaaja	10
1.4	Työn rajaus	10
2	Virtualisointi	11
2.1	Virtualisoinnin määritelmä	11
2.2	Virtualisoinnin historia	11
2.3	Miksi virtualisoida?	13
2.4	Virtualisoinnin haasteet	14
2.5	Virtualisointi pilvilaskennan avulla	15
2.6	Virtualisoinnin osa-alueita	16
2.6.1	Palvelinvirtualisointi	16
2.6.2	Tallennusvirtualisointi	16
2.6.3	Verkkovirtualisointi	17
2.6.4	Sovellus- ja ohjelmavirtualisointi	18
2.6.5	Työpöytävirtualisointi	19
3	Palvelinten virtualisointi	19
3.1	Palvelinvirtualisointi	19
3.2	Palvelinvirtualisoinnin termit	20
3.3	Palvelinvirtualisoinnin tekniikat	22
3.3.1	Rautapohjainen virtualisointi	22
3.3.2	Ohjelmistopohjainen virtualisointi	23
3.3.3	Paravirtualisointi	24
4	Testiympäristö, Operoinnin hiekkalaatikko	25
4.1	Hiekkalaatikon kuvaus	25
4.2	Hiekkalaatikon tarkoitus	28
4.3	Rakennusvaiheet	29
4.4	Tavoitteet ja työn arviointi	31
4.5	Hiekkalaatikon palvelimet	31
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	34
5.1	Hiekkalaatikon kehittäminen tulevaisuudessa	34
5.2	Lopuksi	35
	Lähteet	36
	Liitteet	39

Keskeiset termit

Active Directory	Microsoftin Windows-toimialueen käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu, joka sisältää tietoa käyttäjistä, tietokoneista ja verkon resursseista.
DAS	Direct-attached Storage on fyysisen laitteen oma tallennusväline.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol on verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille.
DNS	Domain Name System on Internetin nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa verkkotunnuksia IP-osoitteiksi.
Domain Controller	Microsoftin palvelinymäristöön suunniteltu toimialueen ohjain joka vastaa turvallisuudesta autentikointipyyntöihin. Sen päätehtävänä on ylläpitää tietokantaa resursseista ja hoitaa käyttäjien autentikointipyyntöt.
Fibre Channel	Tiedonsiirtotekniikka, jonka avulla tietoa voidaan siirtää nopeasti verkkojen välityksellä.
Hiekkalaatikko	Yleisesti tietojenkäsittelyssä hiekkalaatikko (Sandbox) on eristetty ympäristö, jossa voidaan tehdä testejä liittyen tietojenkäsittelyyn ilman että ne vaikuttavat tuotantoympäristöön.
High availability (HA)	HA tarkoittaa korkeaa käytettävyyttä eli käytännössä sitä että järjestelmät ja palvelimet ovat aina loppukäyttäjien käytettävissä.
Hypervisor	Virtualisointikerros, jonka alle virtuaalikoneita voidaan perustaa.
iLO	Integrated Lights-Out on palvelimeen integroitu etähallinnan prosessori, jonka avulla voidaan ohjata ja hallinnoida HP:n ProLiant- ja Blade-palvelimia etänä.
iSCSI	Internet Small Computer System Interface on keino liittää tallennuslaitteita verkon välityksellä käyttäen TCP/IP-protokollaa.

Isäntäkone	Host Machine on usein fyysinen palvelinkone, jonka alle on perustettuna virtuaalikoneita käyttötarkoituksineen.
Klusteri	Useamman tietokoneen verkotettu malli, jossa on yleensä yksi tietokone. Laite toimii palvelimena, joka jakaa muiden tietokoneiden välillä tehtäviä.
Konsolidointi	Virtualisoinnissa konsolidointi on palvelinten keskittämistä loogiseksi osiksi tehostaakseen niiden toimintaa.
Levykuva	Levykuva on tiedosto, johon on tallennettu koko sisältö ja rakenne massamuistista, kuten CD-, DVD- tai kiintolevyiltä.
Migraatio	Palvelinympäristön tai virtuaalikoneen liikuttamista domainista toiseen.
NAS	Network-attached storage on verkkoon liitetty tallennusväline.
Palvelin	Tietokone jolla on erilaisia käyttötarkoituksia, kuten sovellus-, nimi-, www-, sähköpostipalvelin jne. Palvelin on usein osana suurempaa tietoverkkoa.
Rajapinta	Määritelmä, jonka mukaan eri ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä ja keskustella keskenään. Esimerkki rajapinnasta on käyttöjärjestelmän rajapinta, jolla ohjelmat voivat käyttää keskusmuistia sekä tiedostoja.
RAM	Random Access Memory on tietokoneen keskus- ja käyttömuisti, jota tietokone käyttää tietojenkäsittelyssä.
SAN	Storage Area Network on dedikoitu verkkotallennusjärjestelmä.
Virtuaalikone	Ohjelmallisesti toteutettu tietokone.
Virtualisointi	Tietojenkäsittelyssä käytetty tekniikka, jonka avulla jonkin fyysisen resurssin tekniset piirteet piilotetaan muilta järjestelmiltä, sovelluksilta ja loppukäyttäjiltä.

Virtual IP	Virtuaalinen IP-osoite, joka on nimitetty monien sovelluksien käyttöön yhdellä palvelimella tai useisiin palvelimiin.
VLAN	Virtuaalinen lähiverkko, jonka avulla luodaan itsenäisiä loogisia verkkoja fyysisen verkon sisälle.
VPN	Yksityinen tietoliikenneverkko.

1 Johdanto

Yrityksissä ympäri maailmaa etsitään jatkuvasti menetelmiä, joilla voidaan harjoittaa liiketoimintaa kustannustehokkaasti. Tänä päivänä monet yritykset ovat hyvin riippuvaisia informaatioteknologiasta ja se on johtanut automaattisesti siihen että yrityksen toimintaa pyritään tehostamaan teknologian avulla mahdollisimman paljon. Esimerkiksi yritysten palvelimet vievät tuhattoman määrän sähköä, tilaa ja vaativat paljolti jäähdytystä. Virtualisoimalla palvelinympäristöä vähennetään fyysisten laitteiden määrää, saavutetaan merkittäviä säästöjä sekä nostetaan palvelinten käyttöastetta.

Monilla yrityksillä on omat palvelinfarminsa sekä palvelininfrastruktuurinsa eri käyttötarkoituksiin. Yrityksissä ei välttämättä kuitenkaan olla tietoisia, että palvelinympäristön käyttöaste saattaa olla todella alhainen. Virtualisoimalla voidaan nostaa laitteiden käyttöastetta jopa yli 80 prosentilla. Yritysten siirryttäessä yhä enemmän ja enemmän virtualisoituun palvelinympäristöön on otettava huomioon muitakin seikkoja kuten jatkuva järjestelmien testaaminen sekä palvelinympäristön kehittäminen.

Palvelinten virtualisointi on suosituin virtualisointitapa. Virtualisoinnin saralla on kuitenkin muitakin osa-alueita, kuten työpöytävirtualisointi, sovellusvirtualisointi, verkkovirtualisointi ja tallennusvirtualisointi. Edellä mainitut virtuaalisointitekniikat ovat käytössä monissa yrityksissä jopa päällekkäin. (Ruest & Ruest 2009, XiX.)

1.1 Esittely

Työn aiheena on virtuaalisen hiekkalaatikkoympäristön uudelleenrakentaminen eli rekonstruktio ja virtuaaliympäristön kehittäminen dokumentoimalla hiekkalaatikon toteutusta. Toiminnallinen osuus on suoritettu Suomen Pankissa ja työ on rakenteeltaan seuraavanlainen. Teoriapohja virtualisoinnista yleisellä tasolla, palvelinten virtualisointia yksityiskohtaisemmin, toiminnallisen osuuden toteutus ja lopuksi yhteenveto sekä johtopäätökset.

Virtuaalinen hiekkalaatikkoympäristö on Suomen Pankin testiympäristö, jossa voidaan suorittaa erilaisia testejä koskien ohjelmistoja, tekniikoita, tiedostojen siirtoa virtuaalisilla palvelimilla. Hiekkalaatikko on rautapohjaisesti virtualisoitu palvelinympäristö.

Toiminnallisessa osuudessa kuvataan hiekkalaatikon käyttötarkoitusta, tavoitteita ja eri rakennusvaiheita sekä hiekkalaatikon luomista. Työn loppupuolella on liitteenä eri asennustöitä koskien hallintapalvelimen, isäntäkoneen ja tallennuspalvelimen asennusta. Liitteenä on myös virtuaalikoneen luonti sekä virtuaalikoneen konversio.

1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on saada mahdollisimman hyvä käsitys siitä mitä virtualisointi on ja tarkemmin mitä palvelinten virtualisointi oikeastaan tarkoittaa. Tavoitteena on myös saada käsitys siitä kuinka tämän kaltaisia testiympäristöjä luodaan isossa organisaatiossa.

Suomen Pankin tavoitteena on hiekkalaatikon kehittäminen. Kehittämisellä tarkoitetaan tässä työssä tapahtuvien asennustöiden dokumentointia koskien ympäristön toteutusta. Dokumentti on hyvä lisä Suomen Pankille, sillä sen avulla on helppoa perehdyttää lukija hiekkalaatikon ominaisuuksiin. Palvelinympäristö muuttuu ja sitä kehitetään tietenkin jatkuvasti. Tätä dokumenttia on tarkoitus päivittää ajankohtaiseksi mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

1.3 Työn tilaaja

Työn tilaajana on Suomen Pankki. Suomen Pankki on Suomen keskuspankki, kansallinen rahaviranomainen sekä eurojärjestelmän jäsen. Suomen Pankin neljä ydintoimintoa ovat rahapolitiikka ja tutkimus, rahoitusvalvonta, pankkitoiminta ja rahahuolto.

Eurojärjestelmä koostuu Euroopan keskuspankista sekä euroalueen kansallisista keskuspankeista. Eurojärjestelmä hallinnoi maailman toiseksi suurinta valuuttaa, euroa. Sen tehtäviin kuuluu myös euron käytön hallinnointi. Euroalue kattaa 300 miljoonaa ihmistä ja siihen kuului vuonna 2011 17 maata. (Suomen Pankki, tehtävät 2013.)

Suomen Pankki ajaa kotimaan sekä eurojärjestelmään liittyviä tavoitteita. Suomen Pankin päätavoite on hintavakaus. Hintavakauksen tavoitteena on kuluttajahintojen maltillinen nousu sekä taloudellisen hyvinvoinnin edistäminen. Suomen Pankin tehtäviä ovat; osallistuminen eurojärjestelmän rahapolitiikan valmisteluun, päätöksentekoon ja viestintään sekä rahapolitiisten toimien toteuttamiseen Suomessa. (Suomen Pankki, tehtävät 2013.)

Edellä mainittujen asioiden lisäksi Suomen Pankilla on kolme muuta ydintoimintoa kuten rahoitusmarkkinat ja tilastot, pankkitoiminta sekä rahahuolto. Suomen pankissa työskentelee kaikkiaan noin 420 henkeä ja Finanssivalvonnassa noin 210 henkeä. (Suomen Pankki, tehtävät 2013.)

1.4 Työn rajaus

Virtualisointia sekä erityisesti palvelinten virtualisointia käydään läpi yksityiskohtaisemmin, koska se on aiheen kannalta hyvin oleellista.

Virtualisointia tullaan suorittamaan VMware:n ohjelmistolla ja avoimeen lähdekoodiin perustuvalla Openfiler ohjelmalla. Muita ohjelmistoja toiminnallisessa työssä ei ole käytetty lisensitekniisten asioiden takia.

Toiminnallinen osuus on rajattu koskemaan hiekkalaatikon kuvaamista, toteutusta ja sen rekonstruktiota, jotta työ pysyisi tavoitteellisen mittakaavan rajoissa.

2 Virtualisointi

2.1 Virtualisoinnin määritelmä

Virtualisointi tietojenkäsittelyssä tarkoittaa yleensä jonkin fyysisen resurssin teknisten piirteiden piilottamista muilta järjestelmiltä, ohjelmilta ja käyttäjiltä. Virtualisoimalla yhden fyysisen resurssin voit luoda monta loogista resurssia ja saat näin yhdestä fyysisestä resurssista paljon enemmän tehokkuutta irti. Esimerkiksi yksi fyysinen verkko, palvelin tai tallennusväline voidaan pilkkoa useammaksi loogiseksi resurssiksi, joiden hallinnointi ja käytettävyys on joustavampaa kuin yhden fyysisen resurssin. (Portnoy 2012, 2.)

2.2 Virtualisoinnin historia

Virtualisoinnin aloitti 1960-luvulla IBM. IBM:llä oli 1960-luvulla tarjolla useita eri järjestelmiä, joihin tehtiin merkittäviä muutoksia aina uuden sukupolven järjestelmän tultua markkinoille. Asiakkaan näkökulmasta katsottuna tilanne ei ollut kovin ihanteellinen, sillä IBM:llä oli vaikeuksia pysyä muuttuvien vaatimusten kehityksessä mukana aina uutta järjestelmää hankittaessa. Virtuaalikone tai keskuskone sai todennäköisesti alkunsa IBM:n M44/44X-järjestelmästä. M44/44X tietokoneen malli oli S/360, jonka käyttöjärjestelmänä oli CP-40.



Kuva 1: IBM M44/44X

Ensimmäinen kaupallinen versio CP-40:stä julkaistiin vuonna 1967. CP-40 seurasi vallankumouksellinen CP-67-ohjelmisto, jolla pystyttiin niin sanotusti pilkkomaan kone osiin ja näin ajamaan monia eri sovelluksia käyttäen vain yhtä keskuskonetta. Keskuskoneen huono puoli oli siinä, että sitä ei voinut käyttää kuin yksi ihminen kerrallaan. Käyttäjät pystyivät kyllä lisäämään työjonoon (workload) pyyntöjä, mutta nämä eivät tapahtuneet reaaliajassa. Palvelinten virtualisoinnissa olivat 1960-luvulla mukana myös yritykset nimeltä General Electric ja Bell Labs. (The History of Virtualization, 2011.)

1970 ja 80-luvut olivat hajautetun tietojenkäsittelyn aikaa. Hajautettu tietojenkäsittely on tietokoneiden verkostoitumista toisiinsa. Tämä edesauttoi tietenkin Internetin kehityksessä, mutta myös palvelinfarmien synnyssä. Termit kuten korkea käytettävyys, palautuminen, klusterointi ja peilaus ovat saaneet alkunsa hajautetusta tietojenkäsittelystä. Tämän edellä mainitun ilmiön takia virtualisointi ei kehittynyt valtavasti ennen 1990-luvun loppua. (The History of Virtualization, 2011.)

1980- ja 90-luvuilla keskuskoneen virtualisoinnin merkitys laski. Organisaatiot eivät enää välittäneet alustan tehokkuudesta, koska tietokoneet olivat tuona aikana jo tarpeeksi tehokkaita. IT yritykset nostivat yli vuosikymmenen ajan konesaliensa kapasiteettia lisäämällä palvelimia. Fyysisistä palvelimista oli tullut todella halpoja ja sen takia yritykset asensivat mieluummin uuden palvelimen, kuin lisäsivät resursseja uusille ohjelmille. Ennen pitkään yrityksissä havahduttiin, että tämän kaltainen kehityssuuntaus tulisi kostautumaan, sillä ylläpito, päivitys ja hallinta tulisivat olemaan lähes mahdotonta suurelle määrälle laitteita. Palvelinten laskentateho oli yksinkertaisesti liian suurta tarvittaville ohjelmille ja näin ollen palvelinten optimointi käyttöasteeseen nähden oli vuosia hakoteillä monissa organisaatioissa. (Hurwitz 2010,200.)

Vuonna 1999 VMware esitteli uudenlaisen tavan virtualisoida x86-järjestelmiä. Tämä oli merkittävä saavutus, sillä vuonna 1999 x86-järjestelmä ei täyttänyt standardien mukaisia vaatimuksia virtualisoinnin osalta. VMwaren kehitystyön ansiosta voitiin hyödyntää monia käyttöjärjestelmiä turvallisesti ja tehokkaasti. Vuonna 2001 VMware julkaisi kaksi tuotetta nimeltä ESX Server ja GSX Server. GSX Server asennettiin jo aiemmin asennetun käyttöjärjestelmän päälle ja ESX Server asennettiin suoraan palvelinlaitteiston päälle ajettavaksi ohjelmaksi (hypervisor). Vuonna 2005 ja 2006 VMware julkaisi maksuttomia virtualisointi tuotteita nimeltä VMware Player ja VMware Server. Tänä päivänä VMware:n pitäessä n. 75 % markkinoista, ovat he suurin ja suosituin virtualisointi ohjelmien tarjoaja. Kilpailu on kuitenkin alalla edelleen kovaa. Tästä hyvänä esimerkkinä virtualisointiin on tullut uusia tekniikoita kuten esimerkiksi pilvi- ja striimaus-sovelluksia eri valmistajilta. (The History of Virtualization, 2011.)

2.3 Miksi virtualisoida?

Tietoyhteiskunta on kehittynyt siinä määrin, että käytämme tänä päivänä tietoa enemmän kuin koskaan aikaisemmin. Älypuhelimet, tabletit ja tietokoneet tarjoavat meille mahdollisuuden päästä käsiksi tietoon mistä vain, milloin vain ja samankaltainen kehitys on myös yrityksissä ympäri maailmaa. Infrastruktuuri joka mahdollistaa meille nämä palvelut on myös kasvamassa eksponentiaalisesti. Tässä kappaleessa käydään läpi seikkoja miksi virtualisointi on kannattavaa yrityksen näkökulmasta katsottuna. (Portnoy 2012, xi.)

Kuten todettua organisaatiot ympäri maailmaa yrittävät etsiä jatkuvasti keinoja tehostaakseen toimintaansa. Informaatioteknologian ja sen mahdollistamien tekniikoiden yleistyttyä ovat organisaatiot tänä päivänä riippuvaisia tietoliikenteen ja tietoliikennejärjestelmien toimivuudesta. Volyymien kasvaessa ovat konesalien koot myös moninkertaistuneet aiheuttaen organisaatioille muita huolenaiheita. (Danielle & Nelson Ruest 2009, 1.)

Vanhoja applikaatiota ja ohjelmia on edelleen monissa organisaatioissa käytössä. Vanhat ohjelmat eivät ole yksinkertaisesti enää yhteensopivia modernien käyttöjärjestelmien kanssa eikä niihin ole valmistettu vuosikausiin ajureita. Virtualisoimalla ja kapseloimalla sovelluksen ympäristöönsä, voit pidentää sen käyttöikä, ylläpitää käytettävyyttä ja päästä eroon vanhoista konekannoista. (Top 10 Benefits of Server Virtualization 2011.)

Palvelinten konsolidoinnilla voidaan piilottaa fyysiset palvelimet muuntamalla ne virtuaalisiksi palvelimiksi saaden näin merkittäviä säästöjä sähkön ja jäähdytyksen osalta. Toisin sanoen fyysisten koneiden tarve vähentyy, sillä yksi kone voi virtualisoinnin takia pyörittää montaa virtuaalista konetta. Myös konesalien ylläpitokustannukset vähentyvät merkittävästi, koska UPS- ja diesel-generaattori resurssien ei tarvitse olla niin suuria vähentyneen konekannan vuoksi. Myös kytkimille, laitteille ja palvelinhäkeille ei tarvitse varata niin paljon tilaa, joten siinäkin mielessä kustannuksista päästään eroon. (Top 10 Benefits of Server Virtualization 2011.)

Ilman virtualisointia toimivissa yrityksissä kärsitään konesalien konekannan ylikapasiteetistä. Virtualisoimalla laitteistoa ja jakamalla se loogisiin osiin voidaan perustaa koneita niiden lopukäyttäjien ja käyttötarkoitusten mukaan, saaden kaikki mahdollinen laskentateho koneesta irti. Ennen virtualisointia sovelluskehittäjille piti varata aina oma fyysinen kone. Tänä päivänä voidaan luoda virtuaalikone, jossa testataan sovelluksien toimivuutta. Virtuaalikoneet tarjoavat testiympäristöön loistavia mahdollisuuksia, koska ohjelmistokehittäjät voivat testata rajoitetussa ympäristössä sovelluksiensa toimivuutta. Näin ollen testiympäristössä toimivia sovelluksia voidaan luotettavasti siirtää tuotantoympäristöön.

Virtualisoinnin hyötyjä ovat myös varma käytettävyys, palvelinten ja sovellusten nopea palautus laajamittaisten vikojen osalta, nopea virtuaalikoneiden luonti ja joustavuus siihen missä ja milloin resursseja tarvitaan ja käytetään, vaikuttamatta kuitenkaan loppukäyttäjien työntekoon. (Reasons to use virtualization 2011.)

Migraatio tarkoittaa palvelinympäristön liikuttamista domainista toiseen, eli yksittäisen virtuaalikoneen siirtämistä isäntäkoneelta toiselle. Isäntäkoneella tarkoitetaan fyysistä laitetta, jonka alle on perustettu virtuaalikoneita. Suoramigraation avulla voidaan siirtää virtuaalikone ilman että loppukäyttäjälle tai tuotantoon tulee mitään katkoksia. Yleensä suoramigraatiolle on tarvetta silloin kuin isäntäkoneeseen on tullut vikatilanne tai isäntäkoneen laskentatehon kuormaa halutaan keventää siirtämälle se toiselle isäntäkoneelle. (Reasons to use virtualization 2011.)

Virtualisoinnin tuomat edut ovat todella merkittäviä, on sitten kysymys sähkön kulutuksesta, jäähydyksen tarpeesta, käytettävyydestä tai tehokkuudesta. Virtualisoinnilla voidaan vähentää energiankulutusta ja tätä kautta mahdollisesti vähentämään hiilidioksidipäästöjä. Tänä päivänä organisaatioille on todella tärkeää pitää yllä ympäristöystävällistä imagoa ja mikä olisikaan parempi tapa toteuttaa sitä kuin virtualisoimalla palvelinympäristöä. Virtualisoimalla voidaan saavuttaa mittaamattomia etuja verrattuna vanhanaikaiseen fyysisten palvelinten aikaan. (Virtualisointi lisää ekologisuutta 2012.)

2.4 Virtualisoinnin haasteet

Virtualisointi tuo mukanaan myös paljon haasteita, johon yrityksen kannattaa valmistautua ennen kuin käynnistetään täysimittainen fyysisten laitteiden konvertointi virtuaaliseksi ympäristöksi. Yksi haasteista on lisenssien hallinta. Lisenssipolitiikka saattaa olla todella monimutkaista, sillä yleensä jokaista virtualisoitua konetta kohti tarvitaan käyttöjärjestelmälisenssi, riippuen tietenkin sopimuksen yksityiskohdista. On siis erittäin tärkeää olla tietoinen lisensiointipolitiikasta ennen kuin toteuttaa virtualisointia.

Infrastruktuuri muuttuu myös isäntäkoneiden osalta merkittävästi, joten on syytä ottaa sekin huomioon. Eniten haasteita saattaa aiheuttaa virtuaaliympäristön ylläpitäjät ja heidän osaamistasonsa. On hyvä kouluttaa ja pitää ylläpitäjien osaamistaso vaatimustasojen mukaisena. Parasta olisi että organisaatiossa on kutakin virtualisoinnin tuoteperhettä kohden osavaa henkilöstöä. (Danielle & Nelson Ruest 2009, 51.)

Yksi haasteista on myös laitekannan tehokkuus sekä arkkitehtuuri. Olisi syytä valmistautua myös siihen, että laitteet tulevat muuttumaan hyvin todennäköisesti 64-bittisiksi, koska jokaisen virtuaalikoneen tulee päästä käsiksi varatulle RAM-muistialueelleen ja siihen tarkoituk-

seen 64-bittiset koneet soveltuvat parhaiten. Edellä mainitut asiat ovat jo toteutuneet suurimmaksi osaksi vuoteen 2009 mennessä, mutta ovat silti mainitsemisen arvoisia haasteita virtualisoinnin saralla. (Danielle & Nelson Ruest 2009, 46.)

Tietoturva on myös asia, joka saattaa jäädä vähemmälle huomiolle virtuaalista ympäristöä toteuttaessa. Virtualisoinnissa palvelimien ja koneiden luonti on yksinkertaista ja tämä saattaa johtaa siihen että virtuaalisia instansseja luodaan ympäristöön liian vähin perustein. Esimerkiksi isoon organisaatioon perustettaessa koneita, saattaa niiden hallinta jäädä puutteelliseksi. Tällöin kukaan ei enää tiedä kuinka paljon palvelimia on ja mihin tarkoitukseen ne on luotu. Näiden koneiden osalta tietoturvauhat ovat todellisia, koska päivitystahdin jäädessä puutteelliseksi ne toimivat automaattisesti porttina ulkopuolisille uhkille. (Stonesoft: Virtualisoinnin tietoturva haasteisiin tullaan törmäämään väistämättä. 2008.)

2.5 Virtualisointi pilvilaskennan avulla

Pilvilaskenta tarkoittaa tietoverkkojen linkittymistä toisiinsa Internetin välityksellä. Toisin sanoen pilvilaskenta on yhdistettyjen tietokoneiden ja tietoverkkojen laskentatehokapasiteetin hyödyntämistä omaan käyttöön verkon välityksellä. Esimerkiksi tulevaisuudessa voisi olla pelkkä näyttö ja näppäimistö tietokoneessa, jolloin tietokoneen laskenta tapahtuu verkossa. Pilvilaskentaa hyödynnetään myös virtualisoinnissa, sillä palvelinten tehtäviä voidaan siirtää "pilven" vastuulle. (How Cloud Computing Works 2013.)

Pilvilaskenta voidaan määritellä joukoksi laitteistoja, verkkoja, tallennusvälineitä, palveluita ja rajapintoja, jotka yhdistyvät kokonaisuudeksi tuoden helppoa palvelua loppukäyttäjälle. Tänä päivänä on monia yrityksiä, jotka tarjoavat niin yksityisille henkilöille kuin yrityksillekin räätälöityjä pilvipalveluita. (What Is Cloud Computing?)

Pilvipalveluita on kolmessa eri muodossa kuten julkinen, yksityinen ja hybridi pilvi. Julkiset pilvet ovat virtualisoituja datakeskuksia oman yrityksesi palomuurin ulkopuolella. Usein palveluntarjoajat antavat resursseja "on demand"-mallilla, eli heti tarpeen vaatiessa julkisen verkon yli. Yksityinen pilvi on vastakohta julkiselle pilvelle, sillä se toimii yrityksen sisäverkossa ja on vain yrityksen tietoverkossa olevien laitteiden käytössä. Hybridi pilvessä yhdistyvät sekä julkisen että yksityisen pilven ominaisuudet. (What Is Cloud Computing?)

Pilvilaskennan on puhuttu olevan seuraava looginen kehitysaskel virtualisoinnissa. Konesalien on suoriuduttava monista erilaisista työkuormista muun muassa, sisäisistä laskentajärjestelmistä, verkkolaskennasta, sähköpostien välityksestä ja dokumenttien hallinnasta. Pilvilaskennan avulla voidaan hyödyntää muita tietoverkkoja Internetin välityksellä ja näin alentaa konesalien työmääriä. Tänä päivänä esimerkiksi Microsoft tarjoaa pilvilaskentaa azure-

alustallaan. Työmääriä voitaisiin vaikka kategorisoida edellä mainitulla tavalla loogisiksi osiksi ja näin jättää pilven laskettavaksi vain osa työmääristä. (Hurwitz 2010,208.)

2.6 Virtualisoinnin osa-alueita

Tänä päivänä virtualisointia on moniin eri kohteisiin ja käyttötarkoituksiin. Virtualisointi on kehittynyt siinä määrin, että sitä voidaan implementoida moniin eri kerroksiin konesaleissa. Tämän vuoksi on todella hyvä ymmärtää mitkä virtualisoinnin osa-alueista ovat tärkeimmät ja yleisimmät. Yleisimmät virtualisoinnin osa-alueet ovat palvelin-, tallennus-, verkko-, sovellus- sekä työpöytävirtualisointi.

Tässä kappaleessa kuvataan lyhyesti virtualisoinnin osa-alueita. Myöhemmin työssä kuvataan palvelinvirtualisointia yksityiskohtaisemmin.

2.6.1 Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisointi on fyysisen palvelinresurssin pilkkomista loogisiksi resursseiksi, kuten virtuaalinen instanssi tai virtuaalikone. Palvelinvirtualisointiin keskittyneet tuotteet antavat virtualisoida minkä tahansa x86 tai x64 käyttöjärjestelmän on se sitten Windows, Linux tai UNIX. (Danielle & Nelson Ruest 2009, 25.)

Palvelinvirtualisointitekniikoita ovat rautapohjainen, ohjelmistopohjainen sekä paravirtuaalisointi. Palvelinvirtualisointiin ei tässä kappaleessa perehdytä tämän yksityiskohtaisemmin, koska luku 3 on kokonaan omistettu kyseiselle aihealueelle.

2.6.2 Tallennusvirtualisointi

Tallennusvirtualisoinnilla tarkoitetaan esimerkiksi fyysistä kovalevyä tai monia fyysisiä kovalevyjä, jotka ovat yhdistetty yhdeksi loogiseksi kokonaisuudeksi. Palvelin näkee verkossa levyt yhtenä tallennusvälineenä ja tämä tekniikka mahdollistaa tallennuskapasiteetin keskittämisen yhteen paikkaan, mahdollistaen helpon hallinnoinnin ja ylläpidon verkon välityksellä. (Danielle & Nelson Ruest 2009, 27.)

Tänä päivänä organisaatioissa luodaan ja käsitellään dataa enemmän kuin koskaan. Syynä kasvaneeseen datan käsittelyyn on se että liiketoiminnan kannalta kriittiset prosessit ovat siirtyneet yhä enemmän web-pohjaisiin sovelluksiin. Useat koneet organisaation verkossa tarvitsevat pääsyn web-pohjaisen sovelluksen dataan. Tämä puolestaan johtaa siihen että verkkoliikenteeseen tulee väistämättä pullonkauloja, esimerkiksi jos useampi kone pyrkii saman datan äärelle yhtä aikaa. (Golden 2008, 28-29).

Tallennusvirtualisointia voidaan suorittaa eri tekniikoin kuten, Direct-Attached Storage (DAS), Network Attached Storage (NAS) ja Storage Area Network (SAN). Tallennustekniikoita voidaan yhdistää erilaisien protokollien avulla kuten FibreChannel ja iSCSI.

Direct-Attached Storage (DAS) on traditionaalinen suoraan palvelimessa kiinni oleva tallennusväline. DAS:n data on saatavilla vain sille laitteelle, johon se on fyysisesti asennettu. Yleensä DAS:n tallennustilaa ei kannata jakaa muiden laitteiden kanssa samassa verkossa, la-
tenssin ja huonon suorituskyvyn takia. DAS:ia on helppoa käyttää, mutta vaikea hallinnoida suurissa yritysverkoissa.

Network-Attached Storage (NAS) on verkkotallennukseen tarkoitettu laite, joka on kytketty suoraan tietoverkkoon ja on samassa verkossa olevien laitteiden ja palvelimien käytössä. NAS tarjoaa yhden lähteen datalle ja helpottaa datan varmuuskopiointia. NAS on myös paljon halvempi tallennustekniikka kuin SAN. Huono puoli NAS:ssa on se että jos laite vikaantuu ja sammuu, niin toiminta keskeytyy niiden laitteiden osalta jotka ovat vain NAS-laitteen tallennusresurssien varassa.

Storage Area Network (SAN) on dedikoitu verkkotallennusjärjestelmä, joka on suurissa organisaatioissa käytössä. SAN-verkkotallennusjärjestelmä on laajalti käytössä, koska tietoja täytyy jatkuvasti varmuuskopioida ja tietojen täytyy olla aina saatavilla. SAN käyttää laitteistoa ja ohjelmistoa muuntamaan levyasemat tallennusvälineiksi, jotka puolestaan siirtävät dataa omassa korkean suorituskyvyn verkossaan. SAN:n avulla tallennusvälineet näkyvät palvelimien käyttöjärjestelmille ikään kuin olisivat virtuaalikoneen lokaaleja tallennuslevyjä. (Golden 2008, 169.)

SAN arkkitehtuurissa data ei reitity samalla tavalla kuin palvelimissa. Usein SAN käyttää omaa SAN-liitäntä laitetta nimeltä Host Bus Adapter (HBA) reitittyäkseen SAN:iin. SAN-verkon kommunikointiin, SAN käyttää omaa verkkoprotokollaa nimeltä FibreChannel tai iSCSI. FibreChannel:n avulla SAN-verkkotallennusjärjestelmällä on oma verkko tiedonsiirtoon. iSCSI voi käyttää tiedonsiirtoon samaa verkkoa kuin palvelimet. Yleensä iSCSI verkot ovat ainakin loogisesti erotettu muista verkoista. (Golden 2008, 30-31.)

2.6.3 Verkkovirtualisointi

Verkkovirtualisoinnin avulla voidaan käyttää koko kaistanleveyttä luoden monia kanavia omille verkoilleen, joilla on pääsy vain heille omistetuille resursseilleen.

Toisin sanoen verkkovirtuaalisoinnilla on tarkoitus luoda niin sanottu keinotekoinen näkymä verkoista, jonka fyysinen infrastruktuuri on piilotettu asiakasohjelmilta sekä palvelimilta.

Näin pystytään toteuttamaan mahdollisimman joustava verkkoinfrastruktuuri annettujen vaatimusten mukaan. (Kusnetzky 2011, 23.)

Suosituimpia verkkovirtualisoinnin tekniikoita ovat;

Virtual LAN (VLAN), eli virtuaalinen lähiverkko jonka avulla luodaan itsenäisiä loogisia verkkoja fyysisen verkon sisälle. Lähiverkon ylläpitäjät voivat esimerkiksi luoda loogisia broadcast-segmenttejä ja määritellä verkkolaitteiden vuorovaikutusta verkkosegmentissä. (Dittner, Rogier, Rule, David, Jr. 2007, 25.)

Virtual IP(VIP) eli virtuaalinen IP-osoite, joka on tarkoitettu sovelluksien käyttöön palvelimella, sen sijaan että olisi varattu IP-osoite yhden verkkokortin rajapintaan. Data reitittyy näin ollen virtuaalisen IP-ositteen kautta ennen reitittymistä muihin rajapintoihin. (Dittner, Rogier, Rule, David, Jr. 2007, 25.)

Virtual Private Network (VPN) on yksityinen tietoliikenneverkko. Verkkojen välille luodaan suojattu tunneli yksityistä dataliikennettä varten. Usein yksityistä tietoverkkotunnelia käytetään silloin, kun halutaan siirtää tietoja turvallisesti julkisen verkon yli paikasta A paikkaan B. Esimerkiksi voidaan kuvitella vaikka työntekijä, joka haluaa etänä saada luottamuksellisen yhteyden yrityksen eteisverkkoon siirtääkseen dataliikennettä. (Dittner, Rogier, Rule, David, Jr. 2007, 25.)

2.6.4 Sovellus- ja ohjelmavirtualisointi

Sovellus- ja ohjelmavirtualisointi on uusi menetelmä virtualisoinnin saralla. Ohjelmistovirtualisointi tarjoaa tehokkaan tavan ohjelmien hallinnointiin. Se mahdollistaa sovelluksien toiminnan palvelimella ilman, että vaadittaisiin sen vaatima käyttöjärjestelmä. Toisin sanoen sovellus ja ohjelmavirtuaalisoinnin avulla kaikkia ohjelmia ei tarvitse enää asentaa paikallisesti käyttäjän tietokoneelle.

(Dittner, Rogier & Rule, David, Jr. 2007, 26.)

Ohjelmavirtualisoinnin avulla voidaan luoda paketoituja sovelluksia, jotka voidaan asettaa helposti ja nopeasti toimimaan virtuaalikoneella, lähiverkossa tai vaikka toistaa suoraan jopa verkon kautta palvelimelta toiselle. (Dittner, Rogier & Rule, David, Jr. 2007, 26.)

2.6.5 Työpöytävirtualisointi

Työpöytävirtualisointi on virtualisointitekniikka, jonka avulla yksittäisen käyttäjän työaseman käyttöjärjestelmä on konesalissa palvelimella, eikä käyttäjän henkilökohtaisella työkoneella. Periaatteessa työpöytävirtualisointi toimii samalla tavalla kuin palvelimen virtualisointi, sillä se implementoidaan lähes samalla tavalla. (Desktop Virtualization.)

Eröt virtualisointitekniikoissa ovat pieniä mutta merkittäviä, sillä työpöytävirtualisoinnissa virtualisoidaan ainoastaan käyttäjän henkilökohtainen työpöytä ja käyttöjärjestelmä, toisin kuin palvelimen virtualisoinnissa virtualisoinnin kohteena on kokonainen palvelin. Työpöydän näyttökuvat, hiiren ja näppäimistön hallinta tuodaan käyttäjälle lähi- tai ulkoverkon kautta. (Desktop Virtualization.)

3 Palvelinten virtualisointi

Työ käsittelee testitarkoitukseen rakennetun virtuaalisen palvelinympäristön rekonstruktioita ja sen kehittämistä. Rekonstruktio suoritetaan asennustöiden kautta ja kehittäminen tapahtuu dokumentoimalla asennustöitä. Työssä kutsutaan palvelinympäristöä tuttavallisemmin hiekkalaatikoksi. Hiekkalaatikko nimitys tulee siitä, että siellä voidaan testata turvallisesti asioita liittyen virtuaalikoneisiin ja niiden tarjoamiin palveluihin. Tässä kappaleessa perehdytetään lukija palvelinvirtualisointiin, käydään läpi keskeisiä termejä sekä kuvataan palvelinvirtualisoinnin tekniikoita.

3.1 Palvelinvirtualisointi

IT-alalla on suosittu ilmiö, nimeltään palvelimen virtualisointi. Virtualisointia voi ilmetä konesalissa monessa eri kerroksessa ja muodossa, mutta palvelinvirtualisointi on tällä hetkellä suosituinta. Suosiolle on syynsä, sillä virtualisoimalla palvelinympäristöä voi organisaatio saada aikaan mittaavia säästöjä niin päästöjen kannalta kuin taloudellisesta näkökulmasta katsottuna. (Ruest & Ruest 2009, XiX.)

Useissa konesaleissa palvelimien käyttöaste on 10-15 prosenttia maksimaalisesta suoritintehosta. On tietenkin hyvä, että palvelimelle on varattuna ylimääräistä suoritintehoa prosessointipiikkejä varten, mutta 10-15:sta prosentin käyttöaste on auttamatta liian vähän. Virtualisoimalla palvelinkantaa voidaan käyttöaste saada niinkin korkealle kuin 80-90 prosenttiin. (Golden 2008, 101.)

Palvelimen virtualisoinnissa on kyse fyysisen palvelimen pilkkomisesta ohjelmistolla useisiin itsenäisiin loogisiin osiin eli resursseihin. Palvelimen virtualisoinnin etuna on se että voidaan

pilkkoa palvelin jonka käyttöaste on vain 10 prosenttia ja muuntaa se moneksi itsenäiseksi palvelimeksi saavuttaen jopa 60-80 prosentin käyttöasteen. (Danielle & Nelson Ruest 2009, 30.)

Yleensä virtuaalikone tai palvelin asennetaan Hypervisor-hallintasovelluksen kautta fyysiselle palvelimelle. Virtuaalikoneelle asennetaan käyttöjärjestelmä suoraan kovalevyltä tai levykuvalta (image). Asennuksen yhteydessä valitaan tarvittavat resurssit palvelimen käyttötarkoituksien mukaan, kuten prosessorien lukumäärä, muistin määrä(RAM), käyttöjärjestelmä sekä muut laitteiston resurssit. Tämän jälkeen virtuaalipalvelin yhdistetään lähiverkossa toimivaksi kokonaisuudeksi verkkosovittimen rajapintaan. Hypervisor-hallintasovellus on asennettu usein suoraan fyysisen palvelimen päälle ilman että välissä on käyttöjärjestelmää. Hypervisor-hallintasovelluksesta tulee ikään kuin käyttöliittymä fyysisen palvelimien sekä virtuaalikoneiden välille. Hypervisorin avulla voidaan jakaa fyysisen palvelimen resursseja virtuaalikoneille, ottaa etäyhteyksiä, sammuttaa ja käynnistää koneita uudelleen. Hypervisor mahdollistaa myös virtuaalikoneiden kloonauksen, migraation tai jopa siirron ympäristöstä toiseen aiheuttamatta juurikaan häiriötä palvelimen toimintaan. (Portnoy 2012, 15.)

Tuotannossa Hypervisor-hallintasovelluksilla on usein pääsy- ja hallintomahdollisuus virtuaalisiin tallennusvälineisiin. Tallennustekniikat ja -välineet kuten Storage Area Network (SAN) ja Network-Attached Storage (NAS) ovat Hypervisorin hallittavissa. Hallintasovellus seuraa virtuaalikoneiden resurssien tarvetta ja jakaa niitä tarvittaessa. Myös migraation suorittaminen onnistuu Hypervisorin avulla, esimerkiksi juuripalvelimen sammussa tapahtuu automaattinen suoramigraatio isäntäkoneelta toiselle. Hallintasovellus kirjoittaa myös lokia erilaisista tapahtumista ja ilmoittaa ylläpitäjälle ongelma- ja virhetilanteista. Hypervisor:lle voidaan asentaa automatisoituja tehtäviä kuten tilannekuvien (snapshot) tai varmuuskopioiden ottaminen. Tilannekuva on ajankohta, johon voidaan palata jos jotain menee pieleen. Hallintasovellusta voidaan myös hallinnoida etänä ja suorittaa yllä mainittuja toimenpiteitä, kunhan etäyhteyden suoma client-sovellus on asennettuna työasemalle. (VMware Documentation Center, 2013.)

3.2 Palvelinvirtualisoinnin termit

IT-alalla ja sen tekniikoista keskusteltaessa vastaan tulee hyvin paljon termejä, jotka eivät ole kaikille kovinkaan tuttuja. Tässä kappaleessa avataan palvelinvirtualisoinnin termejä sekä selvennetään niiden tarkoitusta virtualisoidussa palvelinympäristössä.

Isäntäkone eli Host Machine on virtuaalikoneiden fyysinen palvelinkone. Se välittää laskenta-resursseja virtuaalikoneille, kuten prosessointitehoa, muistia(RAM), tallennustilaa ja verkko-rajapinnan. Virtuaalikoneilla on vieraskäyttöjärjestelmä (Guest), jolla ei varsinaisesti ole pää-

syä isäntäkoneen resursseihin vaan sille on määritelty virtuaalikoneen loogiset resurssit. (Host and guest virtual machine: Definitions).

Levykuvalla (Snapshot, Image) tarkoitetaan tekniikkaa, jonka avulla virtuaalikoneesta otetaan senhetkisestä tilanteesta tilannekuva. Levykuva on ikään kuin tiedosto-pohjainen esitys virtuaalikoneen tilasta tietynä ajankohtana. Levykuvalle tallentuu virtuaalikoneen kovalevy, muisti (RAM) ja laitteet. Levykuvan avulla ylläpitäjä voi palata haluttuun ajankohtaan silloin, jos esimerkiksi palvelimelle asennetut uudet ohjelmat eivät toimi toivotulla tavalla. Palvelinympäristössä otetaan levykuvia tasaisin väliajoin. Itse asiassa tuotannossa on suositeltavaa, että palvelimille on ajastettuna levykuvien otto vähintään kerran päivässä. Image tallentuu samaan hakemistoon, kuin mihin virtuaalikone on luotu. Levykuva on erittäin hyödyllinen tekniikka, jos ylläpitäjät haluavat vaikka testata erilaisia skenaarioita hiekkalaatikkoympäristössä. (How do snapshots work in VMware Workstation?, 2008)

Migraatio on palvelimen siirtämistä isäntäkoneelta toiselle. Konversio on teknisesti sama asia, mutta erona on se että konversiota tehdessä on tarkoitus kopioida tai siirtää virtuaalikone esimerkiksi tuotannosta testiympäristöön tai domainista toiseen. Konversiolla voidaan myös konvertoida fyysinen laite virtuaalikoneeksi. On olemassa myös kehittyneempää migraatiota, jota kutsutaan suoramigraatioksi. Suoramigraatio mahdollistaa palvelimen siirron siten, että palvelinta ei tarvitse sammuttaa eikä siitä aiheudu käyttökatkoksia loppukäyttäjille. Migraatiosta puhuttaessa ei voi olla törmäämättä konsolidointiin. Konsolidointi on palvelimien virtualisointia keskittäen ne rationaalisella tavalla loogiseen paikkaan. Keskittämällä palvelimet järkevästi saadaan käyttöastetta nostettua ja sitä kautta tehokkuutta palvelimien toimintaan.

Migroimalla palvelimen isäntäkoneelta toiselle tapahtuu seuraavaa;

Aluksi virtuaalikoneen nykytila kapseloidaan joukoksi tiedostoja, jotka käyttävät virtuaalipalvelinympäristölle tarkoitettua jaettua tallennustilaa (Shared Storage), esimerkiksi SAN tai NAS.

Seuraavaksi virtuaalikoneen aktiivinen muisti (RAM) ja tarkka toteuttamisen tila siirretään nopean verkkoyhteyden välityksellä isäntäkoneelta määränpäähensä. Siirron aikana ohjelmisto (VMotion) pitää kirjaa meneillään olevista tapahtumista bittikartalle. Kun koko muistin ja järjestelmän tila on kopioitu määränpäähän, niin VMotion keskeyttää vanhan virtuaalikoneen ja kopioi bittikartan uudelle isäntäkoneelle. Tällöin vanha virtuaalikone ikään kuin "kuolee" pois. Tämä koko operaatio kestää nopealla verkkoyhteydellä (Gigabit Ethernet) vain pari sekuntia.

Isäntäkoneen verkko on virtualisoitu ja suoramigraatiossa virtuaalikoneen verkonidentiteetti säilyy. Lopuksi virtuaalikone aktivoituu uudella isäntäkoneella, VMotion lähettää broadcast-lähetyksen reitittimelle kertoakseen virtuaalikoneen uuden sijainnin. Broadcast-lähetyksellä varmistetaan, että reititin on päivittänyt tietoihinsa virtuaalikoneen uuden sijainnin verkossa. (VMware VMotion, 2013.)

High Availability (HA) tarkoittaa korkeaa käytettävyyttä. HA tarkoittaa käytännössä sitä, että järjestelmät ja palvelimet ovat aina loppukäyttäjien käytettävissä. Esimerkiksi jos isäntäkone vikaantuu ja sammuu, virtuaalikone siirtyy suoramigraatiolla uudelle isäntäkoneelle ja jatkaa toimintaansa. Korkea käytettävyys virtualisoinnissa perustuu ohjelmistoon, joka jatkuvasti koordinoi useita hallintasovelluksia (Hypervisor). Kun virtuaalikone kaatuu yhdellä fyysisellä koneella, koordinoiva ohjelmisto käynnistää uuden virtuaalikoneen toisella fyysisellä palvelimella. Edellä mainitulla tekniikalla vältetään pidemmiltä käyttökatoilta. Vaikka koordinoiva ohjelma monitoroi jatkuvasti hallintasovelluksien tilaa, käyttäjät saattavat silti menettää keskeneräiset työnsä. HA replikoi virtuaalikoneen senhetkisen tilan, mutta ei replikoi käyttäjien applikaatioiden tilaa. (Golden 2008, 73.)

Fault tolerance on VMware:n kehittämä tekniikka, joka tarjoaa jatkuvan saatavuuden virtuaalikoneille ja applikaatioille. FT:n avulla virtuaalikoneen tilaa replikoidaan jatkuvasti reaaliajassa toiselle juuripalvelimelle, luoden *live shadow* instanssin virtuaalikoneesta. FT mahdollistaa virtuaalikoneiden käytön ilman minkäänlaisia tietojen menetyksiä ja käyttökatoja. (Fault Tolerance, VMware 2013.)

Klusteroinnilla voidaan ylläpitää palvelinympäristöä ilman että siitä aiheutuu loppukäyttäjille katkoksia. Palvelinympäristö voidaan sijoittaa esimerkiksi klusteriin, joka koostuu vähintään kahdesta fyysisestä palvelimesta. Jos esimerkiksi toinen näistä fyysisistä palvelimista vikaantuu, niin palvelin siirtyy automaattisesti toiselle varalla olevalle laitteelle. (Golden 2008, 130.)

3.3 Palvelinvirtualisoinnin tekniikat

Palvelinvirtualisointia voidaan räätälöidä moniin eri tarkoituksiin. Palvelinvirtualisoinnin tekniikoita ovat pääasiassa rauta- sekä ohjelmistopohjainen virtualisointi. Lisäksi on vielä tekniikka nimeltään paravirtualisointi.

3.3.1 Rautapohjainen virtualisointi

Rautapohjaisessa virtualisoinnissa on kyse suoraan fyysisen laitteen päälle asennettavasta Virtual Machine Manager:sta (VMM). Alla olevasta kuva 2:sta näkyy hyvin kuinka eri tason laitteet

ja ohjelmat sijoittuvat rautapohjaisessa virtualisoinnissa. VMM on siis Hypervisor-hallintasovellus, joka hallinnoi fyysiseen koneeseen luotuja virtuaalikoneita. Fyysisen palvelimen välissä ei ole tässä tapauksessa kolmannen osapuolen sovellusta. Hallintasovelluksen tehtävänä on valvoa prosessorien, muistin ja firmware-ohjelmien resursseja. Hallintasovelluksen avulla fyysiseen laitteeseen voidaan asentaa useita vieras käyttöjärjestelmiä toimimaan itsenäisesti ilman että ne ovat tietoisia toisistaan. Jokainen vieras käyttöjärjestelmä on oma looginen kokonaisuus, jolle on määritelty asennuksen yhteydessä suoritin, ytimien määrä, muistia, ja tallennustilaa. Hallintasovellus allokoi reaaliajassa kuorman mukaan resursseja vieras käyttöjärjestelmien käytettäväksi. (hardware virtualization 2007.)

Rautapohjaista virtualisointia käytetään hyvin usein tuotantoympäristössä, sillä sitä on kaikista helpointa hallinnoida, ylläpitää ja päivittää. Rautapohjaisen virtualisoinnin etuna on myös tietoturva ja vikasietoisuus. Huonoksi puoleksi voi lukea sen, että rautapohjainen virtualisointi vaatii hyvin tehokkaita laitteita sekä ohjelmisto-lisenssejä. Tällä hetkellä suosituin virtualisointi alusta on VMware ESX/ESXi. Microsoftin Hyper-V Server on myös suosittu. (Ruest 2009, 33.)

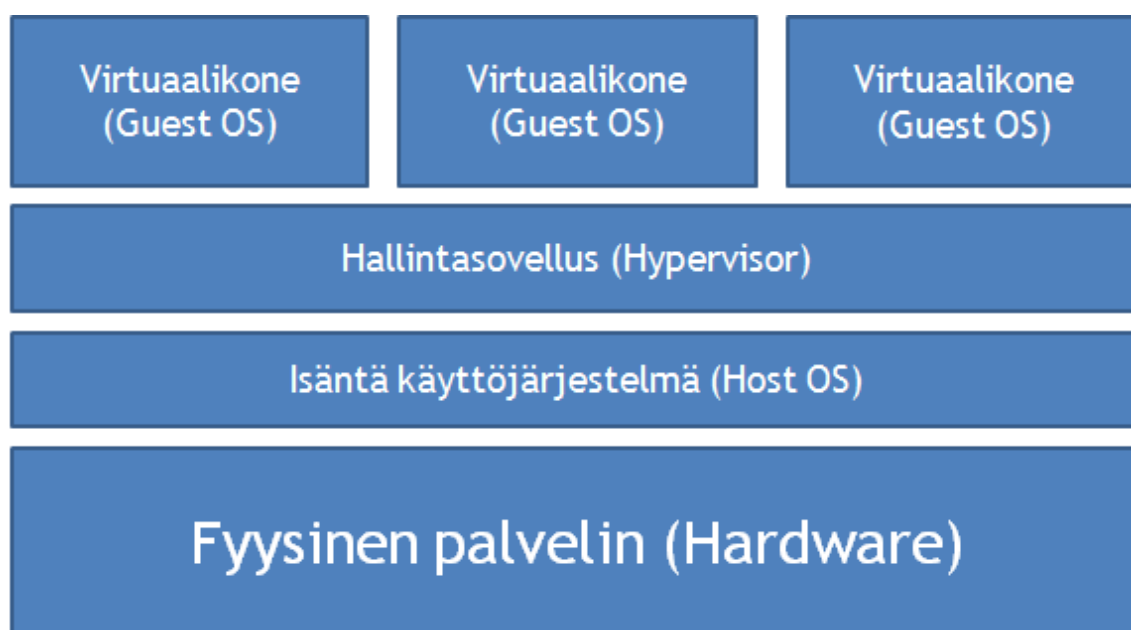


Kuva 1: Rautapohjainen virtualisointi

3.3.2 Ohjelmistopohjainen virtualisointi

Ohjelmistopohjainen virtualisointi on periaatteessa rakenteeltaan hyvin samankaltainen kuin rautapohjainen virtualisointi. Ohjelmistopohjaisessa virtualisoinnissa hallintasovellus on asennettuna suoraan käyttöjärjestelmän päälle eikä fyysiselle koneelle. Kuten kuva 3:sta näkyy, niin hallintasovellus virtuaalikoneineen on asennettuna isäntä käyttöjärjestelmälle ja puolestaan isäntä käyttöjärjestelmä on asennettuna fyysiselle palvelimelle.

Ohjelmistopohjainen virtualisointi on hyvä tapa harjoitella virtualisointia koti oloissa. Hallintasovelluksen alla oleva käyttöjärjestelmä vaatii fyysiseltä koneelta resursseja ja tämä puolestaan voi vaikuttaa negatiivisesti hallintasovellukseen ja sen pyörittämiin virtuaaliinstansseihin. Yrityksissä käytetään ohjelmistopohjaista virtualisointia yleensä vain testauksessa tai kehityksessä. Huono puoli ohjelmistopohjaisessa virtualisoinnissa on jatkuva päivityminen ja siitä aiheutuvat käyttökatkot. Päivityksen jälkeen joudutaan hyvin usein käynnistämään fyysinen laite uudelleen ja tässä tapauksessa sama tapahtuu myös automaattisesti virtuaalikoneille ja vieraskäyttöjärjestelmille. Hyvänä puolena voidaan pitää sitä että ohjelmistot kuten, VMware Server ja Microsoft Virtual PC ovat ilmaisia, joten kuka tahansa voi pehreytyä halutessaan ohjelmistopohjaiseen virtualisointiin. (Ruest 2009, 32-33.)

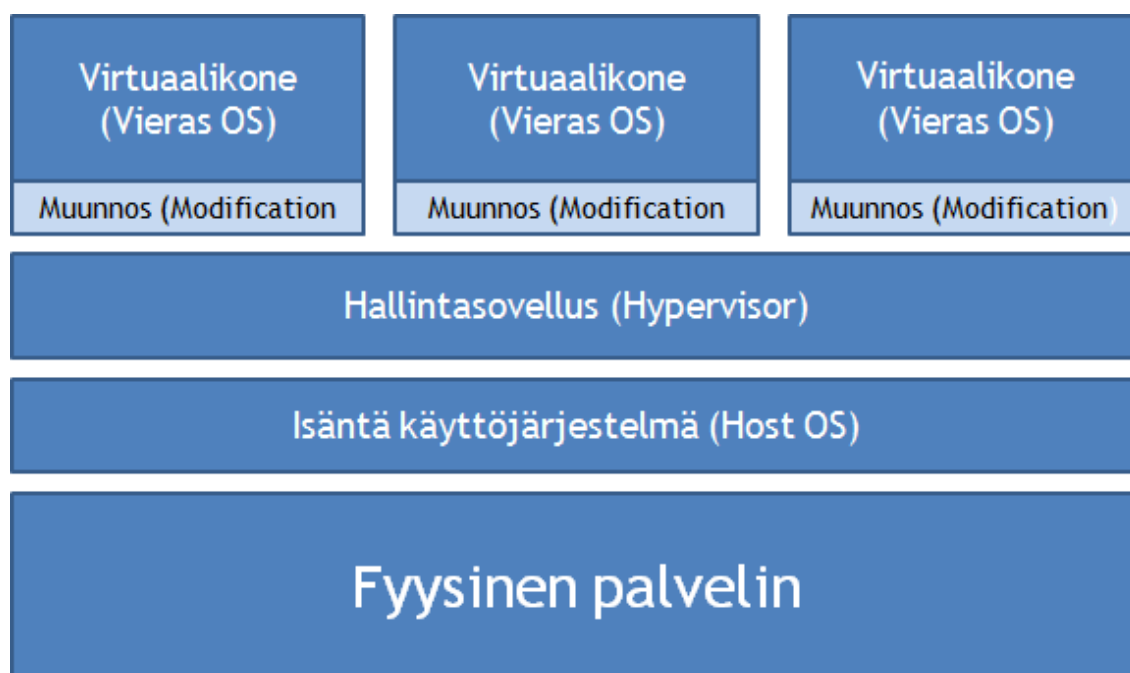


Kuva 2: Ohjelmistopohjainen virtualisointi

3.3.3 Paravirtualisointi

Paravirtualisoinnin konsepti on hyvin lähellä ohjelmistopohjaista virtualisointia, sillä sen kerrokset ovat rakenteeltaan samankaltaiset. Erona on se että vieraskäyttöjärjestelmän tulee tietää olevansa virtualisoitu, jotta sillä olisi tarvittaessa pääsy fyysisen koneen resursseihin.

Paravirtualisoinnissa ei yritetä emuloida täydellistä laiteympäristöä. Paravirtualisoinnissa vieraskäyttöjärjestelmän alla on ikään kuin ohut kerros, jonka avulla vieras käyttöjärjestelmä koordinoi pääsyä fyysisen palvelimen resursseihin hallintasovelluksen kautta. Toisin sanoen paravirtualisoinnin avulla ei luoda kokonaisia virtuaalikoneita isännöimään vieras käyttöjärjestelmiä, vaan se mahdollistaa vieras käyttöjärjestelmän vuorovaikutuksen suoraan hallintasovelluksen kanssa. Alla olevassa kuvassa näkyvät paravirtualisoinnin eri kerrokset.



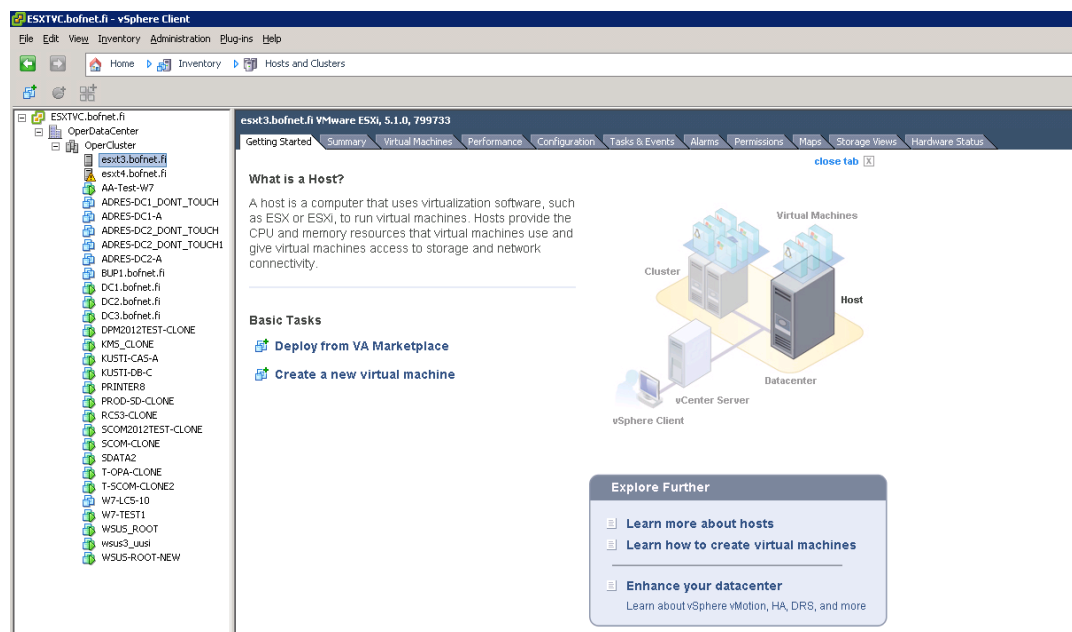
Kuva 3: Paravirtualisointi kerrokset

4 Testiympäristö, Operoinnin hiekkalaatikko

Tämän opinnäytetyön aiheena on suorittaa palvelinvirtualisointia sandbox-ympäristössä. Työn toimeksiantajana on Suomen Pankki ja työn toiminnallinen vaihe toteutetaan Suomen Pankin IT-tuotannon tiloissa. Tavoitteena on toteuttaa ikään kuin jälleenrakentaminen eli rekonstruktio jo valmiina olevasta hiekkalaatikosta ja dokumentoida käytännön toteutusta. Tulen asentamaan VMware ESXi Hypervisorin, vCenter VMware hallintapalvelimen sekä Openfiler-tallennuspalvelimen. Nämä edellä mainitut asennustyöt kuvataan liiteosiossa työn loppupuolella. Tässä kappaleessa kuvaan hiekkalaatikon rakennusvaiheita, infrastruktuuria ja sitä miksi hiekkalaatikko on rakennettu. Kuvaan myös hiekkalaatikon palvelimet sekä virtualisointiohjelmiston. Tämä työ toimii jatkossa dokumenttina heille, jotka ovat kiinnostuneita tutustumaan dokumentaation kautta hiekkalaatikkoympäristöön.

4.1 Hiekkalaatikon kuvaus

Operoinnin hiekkalaatikko on Suomen Pankin IT-tuotannon testiympäristö. Hiekkalaatikko on virtualisoitu palvelinympäristö, joka on irrotettu Suomen Pankin tietoverkosta. Hiekkalaatikko koostuu kahdesta isäntäkoneesta (esxt3 ja esxt4), kolmesta tallennusvälineestä (Openfiler 2, 4 ja 6) ja kytkimestä. Hiekkalaatikko on toteutettu rautapohjaisella virtualisointitekniikalla (kts. kuva 2). Hypervisor-hallintasovellus on asennettu suoraan fyysiselle laitteelle eli tässä tapauksessa isäntäkoneelle, ilman että Hypervisorin ja laitteen välissä on käyttöjärjestelmää.



Kuva 2: VMware vSphere Client-näkymä, Operoinnin hiekkalaatikko

Yleisesti tietojenkäsittelyssä hiekkalaatikko (Sandbox) on eristetty ympäristö, jossa voidaan testata asioita ilman että ne vaikuttavat tuotantoon. (Definition: Sandbox 2005.)

Hiekkalaatikon tallennustekniikkana on iSCSI-protokollaa hyödyntävä menetelmä. Hiekkalaatikko on klusteroitu, sillä VMware:n noodit esxt3 ja esxt4 muodostavat klusterin. Tallennustilaa ei ole klusteroitu, eikä kahdennettu. Suoramigraatio onnistuu ympäristössä, mutta sitä ei voi suorittaa tallennustilalle. Tämä on lisenssitekninen ongelma ja lähitulevaisuudessa on tarkoitus päivittää kyseiset lisenssit.

iSCSI-tallennustekniikka on keino liittää tallennuslaitteita verkon välityksellä käyttäen TCP/IP-protokollaa. iSCSI-tallennuksessa tavallinen iSCSI-liikenne viedään eri reitille, esimerkiksi se paketoitetaan Internetin ja lähiverkkojen ymmärtämään TCP/IP-muotoon. Kohdelaitteessa paketti avataan ja välitetään kiintolevyille. Tietoja lähettänyt palvelin luulee, että se antaa tietojansa omalle kiintolevyilleen, vaikka todellisuudessa tieto on voinut kulkea vaikka maailman toiselle puolelle. iSCSI-liitäntää voidaan käyttää lähiverkossa, suuralueverkossa tai Internetissä. Usein iSCSI-laitteet ovat toisessa verkkoon liitettyssä laitteessa olevia kovalevyjä, nauhoja, CD-levyjä tai muita tallennuslaitteita. Yrityskäytössä nämä edellä mainitut tallennuslaitteet ovat hyvin usein osana tallennusverkkoa, jota kutsutaan SAN-verkoksi. (Mikä on iSCSI-liitäntä 2013.)

Kuten todettu Suomen Pankin testiympäristöön on asennettu kaksi isäntäkoneita sekä kolme tallennuslaitetta kovalevyineen. Isäntäkoneet ja tallennuslaitteet ovat yhdistetty kytkimellä konesali a:han. Isäntäkoneilla on pääsy tallennuslaitteille (Openfiler 2,4 ja 6) konesali a:n

kytkimen kautta. Testiympäristö on myös kytkettynä konesali b:n ja c:n kautta, mutta todellisuudessa sitä kautta sinne ei kuitenkaan ole pääsyä tietoturvasyistä. Toisin sanoen testiympäristö on kytketty samaan kytkimeen kuin konesali b ja c, mutta sillä on omat dedikoidut porttinsa kytkimessä. Ympäristö on siis täysin eristetty muusta Suomen Pankin tietoverkosta.

Isäntäkoneina toimivat HP:n ProLiant DL380 G7 yksiköt, joissa on 12 Intelin Xeon X5650 suorittinta. Suorittimet pyörivät 2,67GHz:n kellotaajuudella. Keskusmuistia isäntäkoneista löytyy 147445,70 MB:tä eli noin 147 GB:tä.

Tallennuslaitteiden laitteina ovat HP:n ProLiant koneet, joiden kaksi suorittinta pyörivät 2,8GHz:n kellotaajuudella. Keskusmuistia tallennuslaitteissa on yhteensä noin 192 gigatavua, joten keskusmuistista ei ole ainakaan pulaa. Tallennuskapasiteettia laitteissa on 10 Teratavun verran.

Kuvassa 5 näkyy kuinka isäntäkoneilla ja tallennuslaitteilla on sama hallintaverkko, jota apuna käyttäen isäntäkoneet allokoivat resursseja virtuaalikoneille. Isäntäkoneiden ja tallennusvälineiden välinen iSCSI SAN verkko mahdollistaa isäntäkoneiden jaetun tallennuskapasiteetin käytön virtuaalikoneilla.



Kuva 4: Operoinnin hiekkalaatikko havainnekuva

4.2 Hiekkalaatikon tarkoitus

Suomen Pankin IT-tuotannon hiekkalaatikko on rakennettu testitarkoitukseen. Tarkoituksena on testata hiekkalaatikolla uusia sovelluksia ja tekniikoita ja vasta sen jälkeen siirtää ne toimivaksi kokonaisuudeksi tuotanto-ympäristöön. Usein tuotanto-ympäristöstä konvertoidaan hiekkalaatikolle virtuaalikone. Samaa ei kuitenkaan saa tehdä viedessä koneita hiekkalaatikolta tuotantoon, sillä virtuaalikoneet luodaan aina uudelleen tuotanto-ympäristöön. Sen takia että konversion jälkeen käyttöoikeuksia on vaikea ylläpitää sekä verkko on konfiguroitu eri tavalla testi- ja tuotanto-ympäristöissä.

Hiekkalaatikolla on testattu tähän mennessä virtuaalikoneiden migraatiota, konversiota ja uusien sovellusten toimivuutta. Myös ryhmäpolitiikan toimivuutta, käyttäjätietokannan ja hakemistopalvelun palauttamista on kokeiltu.

4.3 Rakennusvaiheet

Tässä kappaleessa kuvataan lyhyesti aikajärjestyksessä eri asennusvaiheita. Asennus- ja rakennusvaiheita ovat; VMware ESXi Hypervisor-asennus, verkon konfigurointi, vCenter-palvelin, iSCSI-tallennuspalvelimet, testausta ja palvelinten kopiointia tuotantoympäristöstä. Tulen myös kuvaamaan mitä ohjelmistoja hiekkalaatikon rakentamisessa on käytetty. Tämän opinäyteyön liite-osiossa on dokumentoitu tärkeimmät rakentamis- ja asennusvaiheet yksityiskohtaisemmin. Tässä kappaleessa kuvataan kuinka hiekkalaatikko on kokonaisuudessaan rakennettu. Liitetiedostoina toimii hiekkalaatikon rekonstruktio, jonka avulla olemme ohjaajan kanssa hahmottaneet kuinka eri rakennusvaiheita on käyty läpi.

Ennen rakennusvaiheiden kuvaamista on hyvä tutustuttaa lukija muutamaan termiin liittyen eri rakentamisvaiheisiin. VMware on ohjelmistoyhtiö, joka on erikoistunut erilaisiin virtualisointiratkaisuihin. Vsphere on VMwaren tuote, joka koostuu monista tuotteista samalla periaatteella kuin Microsoftin Office-tuoteperhe. Vsphere-pakettiin kuuluvat vCenter, ESXi ja vSphere-client sovellus. ESXi server on tärkein osa vSphereä. ESXi on hypervisor-hallintasoftware, jonka alle virtuaalikoneet tai vieraskäyttöjärjestelmät asennetaan. Vsphere-client sovellusta tai vCenteriä tarvitaan, jotta voidaan asentaa ja hallita virtuaalikoneita. Vsphere-client sovelluksella voidaan etähallita ESXi isäntäkoneita ja tehdä siihen muutoksia. vCenter-palvelin muistuttaa vSphere-client sovellusta, mutta vCenter on pelkän sovelluksen sijasta tehokasta palvelinlaitte-tekniikkaa. vCenter on asennettuna Windows Serverille tai Linux Serverille. VMware vCenter-palvelin on ikään kuin hallintatyökalu, jonka avulla hallinnoidaan virtuaalikoneita ja ESXi isäntäkoneita keskitetysti. (Difference between vSphere, ESXi and vCenter 2012).

iSCSI-palvelimille asennettiin Openfiler-ohjelmisto. Se on avoimen lähdekoodin Linux-distribuutio. Openfiler-ohjelmisto tarjoaa tiedostopohjaisen NAS tallennustekniikan ja lohko-pohjaisen SAN-tallennustilan. (Openfiler 2013.)

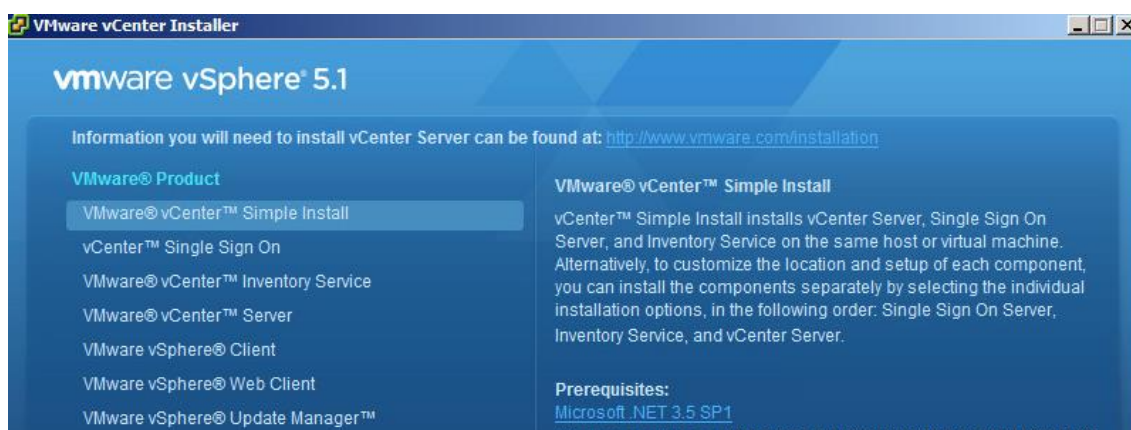
Asennustyöt tapahtuivat suurimmaksi osaksi iLO:n kautta palvelimelle. Integrated Lights-Out (iLO) on palvelimeen integroitu etähallinnan prosessori, jonka avulla voidaan etänä ohjata ja hallinnoida HP:n ProLiant- ja Blade-palvelimia. ILO hallinta on tehokas työkalu, joka tarjoaa useita tapoja määrittää, päivittää, seurata ja ajaa palvelimia etänä. (Integrated Lights-Out (iLO).)

Sitten rakennusvaiheisiin. Ensimmäisenä HP:n ProLiant-laitteille asennetaan kaksi kappaletta VMware ESXi Hypervisor-hallintasoftwareja. Hypervisorin ominaisuudet ja tarkoitus on selostettu jo aikaisemmassa kappaleessa, joten en tarkenna niitä tässä. ESXi:n asennuksessa määritellään IP-osoite ja verkkoadapteri. Asennuksessa määritellään myös hallintaverkon IP-

osoite, aliverkon peite ja oletusyhdykäytävä. Lopuksi määritellään vielä DNS-palvelin ja hostname.

Seuraavaksi konfiguroidaan ja kaapeloidaan hiekkalaatikko-ympäristön verkkoja kytkimiin ja isäntäkoneisiin. Esimerkiksi management port-, hallinta vlan-, iSCSI- ja virtuaalikoneverkot. Asennetulle isäntäkoneelle otetaan vSphere Client yhteys. Isäntäkoneella konfiguroidaan hallintaverkon IP-osoite, verkon adaptereille IP-osoiteavaruus ja DNS/reititysasetukset.

Seuraavana vCenter-palvelimen asennus. vCenter-palvelimen avulla hallinnoidaan isäntäkoneita ja niiden alla olevia virtuaalikoneita. vCenter asennuksen yhteydessä palvelimelle asennetaan oma tietokanta, koska vCenter palvelin ja Update Manager instanssi vaativat tietokannan varastoidakseen ja tallentaakseen tietoja. Tässä tapauksessa asennetaan lokaali Microsoftin SQL Server 2008R2 Express instanssi. vCenter asennuksessa määritellään domain-nimi tai IP-osoite. Kuvassa 6 näkyy kuinka paljon eri ohjelmia vCenter palvelimen asentamisen yhteydessä täytyy asentaa.



Kuva 5: VMware vCenter-asennus

iSCSI-palvelinten (3 kpl) asennus sekä iSCSI-palvelinten lisääminen tallennusvälineeksi hiekkalaatikko-ympäristöön. Aluksi iSCSI-laitteille määritellään IP-osoite ja asennetaan Openfiler-ohjelmisto. Asennuksen yhteydessä annetaan laitteelle sille määritelty IP-osoite ja nimetään laite, jotta tunnistaminen käy helposti. Kun asennustyö on saatu päätökseen, on vuorossa laitteen tallennuskapasiteetin määritykset. Tallennuslevyn muokkaus ja määritys voidaan suorittaa etäyhteydellä Openfiler-tallennuslaitteelle. Etäyhteys Openfiler-laitteelle, määritellään partitio, luodaan uusi volume group ja määritellään laite hyödyntämään iSCSI-tekniikkaa. Seuraavaksi kytketään iSCSI-palvelut päälle ja määritellään verkkoasetukset.

Tallennuslevyn muokkauksen jälkeen etäyhteys vCenter:lle. Luodaan datacenter ja lisätään tallennuspalvelin sekä isäntäkone hallintapalvelimelle. Loput verkoista konfiguroidaan hiekk-

laatikolle ja aloitetaan virtuaalikoneiden konvertointi tuotannosta testiympäristöön VMware Converter Standalone Client:llä.

Hiekkalaatikon rakennusvaiheet:

1. ESXi Hypervisor asennukset (2kpl)
2. Verkon konfigurointi, määritykset
3. vCenter palvelimen asennus
4. iSCSI-palvelimien asennus (3kpl Openfiler)
5. ESXi-palvelinten lisääminen vCenteriin
6. iSCSI-palvelinten lisääminen tallennusvälineeksi ympäristöön
7. Loput verkoista konfiguroidaan
8. Testaaminen
9. Palvelinten kopiointi tuotantoympäristöstä

4.4 Tavoitteet ja työn arviointi

Suomen Pankin tavoitteena on kehittää hiekkalaatikkoympäristöä edelleen, jotta siitä saataisiin mahdollisimman tuotannonkaltainen. Mitä lähemmäksi tuotannonkaltaisuutta päästään sitä todenmukaisempia hiekkalaatikolla toteutetut testit ovat. Hiekkalaatikolle on asennettu isäntäkoneet hallintasovelluksineen ja sen alle omat virtuaalikoneet tarkoituksineen.

Itse työn pääasiallinen tavoite on suorittaa Suomen Pankin virtuaaliympäristöstä rekonstruktio ja dokumentoida työn tuotoksia. Suomen Pankin tavoitteena on hiekkalaatikon kehittäminen. Rekonstruktio on osa kehittämistä, sillä työn avulla hiekkalaatikon toteutuksesta saadaan mahdollisimman kattava kuva. Työn yksi tavoitteista on myös lukijan perehdyttäminen virtualisointiin ja kuvata kuinka tämän kaltaisia testiympäristöjä luodaan isossa organisaatiossa.

Työn toiminnallinen toteutus eteni tavoitteellisessa mittakaavassa, sillä tuloksena on onnistunut rekonstruktio Suomen Pankin virtuaaliympäristön luomisprosessista. Uudelleenrakentaminen on dokumentoitu tavoitteiden mukaisesti, sillä lähes jokainen asennustyön vaihe on hyvin yksityiskohtaisesti kerrottu. Työn toiminnallinen osuus eteni sille asetetussa aikataulussa sillä syksyllä 2013 saatiin kaikki toiminnallisen vaiheen työt päätökseen.

4.5 Hiekkalaatikon palvelimet

Hiekkalaatikolla on palvelimia, joilla on omat tehtävänsä ja käyttötarkoituksensa. Tässä kapaleessa esittelen mitä kaikkia palvelimia hiekkalaatikolla on ja mihin käyttötarkoitukseen ne on luotu. Listaan ja kuvaan palvelimet kuvan 7:n mukaan ylhäältä alaspäin.

Operoinnin hiekkalaatikolla on yhteensä 8 kappaletta Domain Controller palvelimia, joista kolme on aktiivisessa käytössä. Domain Controllereita on kolme kappaletta, joista kaikilla on oma tehtävänsä. Viisi näistä ovat puolestaan olleet käytössä AD:n palauttamisessa, jossa testattiin aktiivihakemiston palauttamista. Palvelimet ovat kokonaisuudessaan kuvassa 7.

Domain Controller on suoraan suomennettuna toimialueen ohjain. Se käsittelee kaikkia turvallisuuspyyntöjä tietokoneilta ja palvelimilta, jotka ovat samassa domainissa eli toimialueella. Turvallisuuspyyntöjä on erilaisia, muun muassa kirjautua palvelimelle, tarkistaa käyttöoikeuksia liittyen pääsyä levyjakoon, kansioihin ja oikeuksiin muokkaamaan tiedostoja. Domain Controller sai alkunsa Windows NT käyttäjärjestelmästä. Domain Controlleria kutsutaan hyvin usein Active Directoryksi, sillä AD sijaitsee Domain Controller palvelimella. Active Directory on Windows toimialueen käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu. Se sisältää tietoja käyttäjistä, tietokoneista ja verkon resursseista. Domain Controller vastaa toimialueen turvallisuudesta valvoen että käyttäjillä on käyttöoikeus vain resursseihin, johon se on Domain Controllerin mukaan määritelty. (Domain Controller Roles 2010.)

Varmuuskopiointia hiekkalaatikolla suoritetaan omintakeisesti nimetyille Back up-palvelimelle. Sinne menee tarvittaessa ajastettuja snapshoteja palvelimien tilasta. Levykuva (Snapshot) on tekniikkaa, jonka avulla virtuaalikoneesta otetaan senhetkisestä tilanteesta tilannekuva. Levykuva on ikään kuin tiedosto-pohjainen esitys virtuaalikoneen tilasta tiettyinä ajankohtana. Levykuvalle tallentuu virtuaalikoneen kovalevy, muisti (RAM) ja laitteet. (How do snapshots work in VMware Workstation? 2008)

DPM2012TEST-palvelin on tuotannosta hiekkalaatikolle konvertoitu palvelin, joka tarjoaa lähes jatkuvan tietojen suojauksen sekä tietojen palauttamisen Microsoft Windows-ympäristössä. Data Protection Manager on osa Microsoft System Center-tuoteperhettä ja se hyödyntää Shadow Copy teknologiaa jatkuvaan varmuuskopiointiin. (Getting Started with System Center 2012 - DPM.)

KMS-test on Microsoftin lisensointiin liittyvä palvelin. Key Management Service on hiekkalaatikon sisäinen aktivointipalvelu, jossa aktivointi uudistetaan säännöllisesti.

Exchange-palvelin on Microsoft Exchange-sähköpostipalvelin, joka mahdollistaa sähköpostin reitittymisen hiekkalaatikolla. ExchangeDB-palvelin on puolestaan palvelimen tietokanta johon on varastoituna kaikki tarvittavat tiedot liittyen sähköpostin liikenteeseen hiekkalaatikolla.

PRINTER on tulostuspalvelin, johon on liitetty kaikki hiekkalaatikon työasemat ja laitteet jolta tulostusominaisuutta tarvitaan. Tulostuspalvelimen keskeisiä tehtäviä ovat tulostimien ohjaus ja valvonta sekä tulostuspyyntöjen välitys oikealle tulostimelle.

SD-test on service desk-palvelin. Palvelimella on service desk palvelu sekä service desk tietokanta.

SCOM2012TEST ja SCOM ovat System Center Operations Manager (SCOM)-palvelimia. SCOM-palvelin on Microsoftin end-to-end palvelunhallintatuote Windows-ympäristöön. SCOM toimii hyvin etenkin Microsoftin infrastruktuurin palvelimissa kuten Windows Server, sovelluspalvelimet ja Microsoft Exchange. Se lisää tehokkuutta ja mahdollistaa valvonnan hiekkalaatikolla. OPAtest on palvelin, jossa pyörii SCOM Orchestrator. Orchestrator tarjoaa ratkaisuja työnkulun hallintaan hiekkalaatikolla. (System Center Operations Manager (SCOM) 2013.)

SDATA2 on tiedostopalvelin johon on varastoituna tiedostoja kuten asiakirjoja, äänitiedostoja, valokuvia jne. Tiedostopalvelimella on ensisijainen tarkoitus tarjota jaettua tallennustilaa muille lähiverkon laitteille.

WSUS_ROOT, wsus3_uusi ja WSUS-ROOT-NEW ovat palvelimia joiden avulla järjestelmävalvojat voivat hallita päivityksien ja hotfix-pakettien julkaisua Microsoft-tuotteiden tietokoneisiin hiekkalaatikolla. WSUS-ohjelma lataa nämä päivitykset WSUS-palvelimelle automaattisesti, josta järjestelmävalvojat voivat asentaa halutessaan ne verkon tietokoneille. (Microsoftin ohjelmistopäivitystiedoissa käytettävien vakiotermien kuvaus.)

Name	State	Status	Host	Provisioned	Used Space	Host	Host	Guest	Tarkoitus	Alarm Actions
Domain Controller 1 Adres	Powered Off	Normal	esxt3	54,25 GB	50,00 GB	0	0	0 %	ADRestore test Domain Controller	Enabled
Domain Controller 1 copy Adres	Powered Off	Normal	esxt3	54,24 GB	50,00 GB	0	0	0 %	ADRestore test Domain Controller	Enabled
Domain Controller 2 Adres	Powered Off	Normal	esxt3	79,44 GB	75,20 GB	0	0	0 %	ADRestore test Domain Controller	Enabled
Domain Controller 2 copy a Adres	Powered Off	Normal	esxt3	79,25 GB	75,00 GB	0	0	0 %	ADRestore test Domain Controller	Enabled
Domain Controller 2 copy b Adres	Powered Off	Normal	esxt3	54,24 GB	50,00 GB	0	0	0 %	ADRestore test Domain Controller	Enabled
Back up-palvelin	Powered Off	Normal	esxt3	86,23 GB	80,01 GB	0	0	0 %	Backup palvelin	Enabled
W7-LC5-10	Powered Off	Normal	esxt3	54,51 GB	50,16 GB	0	0	0 %	Testityoasema	Enabled
AA-Test-W7	Powered On	Normal	esxt4	58,77 GB	24,97 GB	0	6175	1 %	Testityoasema	Enabled
Domain Controller 1	Powered On	Normal	esxt4	71,86 GB	71,86 GB	79	4145	13 %	Domain Controller	Enabled
Domain Controller 2	Powered On	Normal	esxt3	54,11 GB	54,11 GB	53	4142	14 %	Domain Controller	Enabled
Domain Controller 3	Powered On	Normal	esxt4	54,11 GB	54,11 GB	2718	4140	19 %	Domain Controller	Enabled
DPM2012TEST	Powered On	Normal	esxt4	84,11 GB	16,49 GB	2638	4052	0 %	MS DataProtection manager	Enabled
KMS-test	Powered On	Normal	esxt4	48,11 GB	48,11 GB	0	8256	0 %	Key Management Server	Enabled
Exchange-palvelin	Powered On	Normal	esxt3	285,49 GB	285,49 GB	3064	6212	20 %	Exchange	Enabled
ExchangeDB-palvelin	Powered On	Normal	esxt4	839,49 GB	839,49 GB	3038	10327	11 %	Exchange	Enabled
PRINTER	Powered On	Normal	esxt4	44,11 GB	36,59 GB	26	4148	4 %	Tulostus	Enabled
SD-test	Powered On	Normal	esxt3	144,11 GB	40,30 GB	26	4062	4 %	Service Desk palvelin	Enabled
RCS3-CLONE	Powered On	Normal	esxt4	88,11 GB	44,99 GB	0	8256	4 %	Remote Control server	Enabled
SCOM2012TEST	Powered On	Normal	esxt4	84,11 GB	32,67 GB	2638	4052	1 %	MS System Center Operations Manager	Enabled
SCOM	Powered On	Normal	esxt3	80,34 GB	74,28 GB	26	4199	5 %	MS System Center Operations Manager	Enabled
SDATA2	Powered On	Normal	esxt3	124,11 GB	124,11 GB	186	4143	7 %	FileServer	Enabled
OPAtest	Powered On	Normal	esxt4	166,11 GB	35,97 GB	3011	6045	0 %	MS Orchestrator palvelin	Enabled
T-SCOM-test2	Powered On	Normal	esxt4	86,11 GB	48,68 GB	2771	6197	13 %	MS System Center Operations Manager	Enabled
W7-TEST	Powered On	Normal	esxt3	50,20 GB	50,20 GB	53	10103	2 %	Testityoasema	Enabled
WSUS_ROOT	Powered On	Normal	esxt4	488,01 GB	267,25 GB	106	4144	9 %	Windows update services (root palvelin)	Enabled
wsus3_uusi	Powered On	Normal	esxt3	360,09 GB	360,09 GB	2984	4139	5 %	Windows update services	Enabled
WSUS-ROOT-NEW	Powered On	Normal	esxt4	470,09 GB	24,02 GB	213	9734	5 %	Windows update services (root palvelin)	Enabled

Kuva 6: Hiekkalaatikon virtuaalikoneet

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa testiympäristön luonnista rekonstruktio ja dokumentoida se jatkokäyttöä varten. Jatkokäytöllä tarkoitetaan tässä tapauksessa hiekkalaatikon kehittämistä lisäämällä sinne ominaisuuksia, joita siellä ei ole ennen ollut tai tekemällä lisätehtäviä ympäristössä. Dokumentaatio on hyvä lisä Suomen Pankille, sillä sen avulla saadaan nopeasti selkeä käsitys hiekkalaatikko ympäristöstä kokonaisuutena.

Työn alkupäässä ja toiminnallisessa osuudessa mainitut tavoitteet saavutettiin, sillä onnistuimme luomaan toimivan virtuaalisen testiympäristön vaatimusten mukaisesti ja dokumentoimaan kaikki keskeiset asennustyöt jatkokäyttöä silmällä pitäen. Asennustyöt sujuivat lähes ongelmitta, sillä vain kaksi asennuskertaa jouduttiin uusimaan laitevian ja virheasennuksen takia.

Hiekkalaatikon merkitystä Suomen Pankille ei voida väheksyä. Hiekkalaatikolla voidaan toteuttaa erilaisia tilanteita ja testata uusia tekniikoita lähes tuotannonkaltaisessa ympäristössä ilman, että jokin menee vikaan. Seuraavassa kappaleessa on lueteltuna asioita joita tullaan hiekkalaatikolla kehittämään jatkossa.

Opinnäytetyön aikana olen oppinut hyvin paljon virtualisoinnista sekä erityisesti palvelinten virtualisoinnista. Kaikissa työn vaiheissa olen kohdannut jatkuvasti uusia asioita ja työn toiminnallinen osuus on ollut oppimiseni kannalta merkittävä.

5.1 Hiekkalaatikon kehittäminen tulevaisuudessa

Hiekkalaatikkoa on tarkoitus kehittää jatkuvasti, sillä ei virtuaalisesta palvelinympäristöstä olisi organisaatiolle mitään hyötyä ilman jatkokehitystä. Kehityksen olisi tarkoitus mennä kohti tuotannonkaltaisuutta. Alla on listattuna asioita, joita hiekkalaatikon yrittäjät saadaan toimivaksi kokonaisuudeksi lähitulevaisuudessa.

Hiekkalaatikkoympäristö olisi tarkoitus hajauttaa maantieteellisesti eri paikkoihin, tarkemmin sanottuna kolmeen eri paikkaan. Hajautus olisi tärkeää, sillä silloin suoramigraatiota voitaisiin testata oikeaoppisesti.

VMware:n lisenssit olisi tarkoitus päivittää Enterprise Plus-tasolle. Tämä mahdollistaisi keskitetyn kytkimen käytön ja tallennusvälineen migraation. Tällä hetkellä hiekkalaatikolla voi suorittaa migraatiota virtuaalikoneella, mutta ei sen tallennustilalla. Distributed Switch (DS) tarjoaa keskitetyn käyttöliittymän datacenter-tasolle. DS ylläpitää verkkoa runtime-tilassa migraation ollessa käynnissä. Tämä puolestaan mahdollistaa korkeamman käytettävyyden ja keskitetyn palomuri palvelun. (VMware vSphere Distributed Switch.)

Hiekkalaatikkoympäristöön laajennetaan kolmas VMware noodi eli ympäristöön lisätään kolmas isäntäkone.

ISCSI levyjärjestelmien klusterointi yhteen isompaan kokonaisuuteen tarpeen vaatiessa.

Ajastettuja palvelinsiirtoja aletaan ottaa käyttöön. Käyttöönotto sisältää:

Migraation

Virtuaalikoneiden muutokset valmiiden syötteiden avulla (skripti).

Virtuaalikoneiden uudelleenliittämisen domainiin

Active Directory:n muutokset tuotannosta hiekkalaatikkoon. Hiekkalaatikko pysyy näin ajan-kohtaisena.

Valmiiden syötteiden sisältämien tiedostojen ajoja (skriptejä), joilla turha tuotannollinen data poistetaan hiekkalaatikon virtuaalikoneista.

Palvelujen kloonauksen käytäntöjen kehittäminen. Sisältää:

Tekninen toteutus

Lupakäytännöt

Yllä on mainittuna asioita, joita tullaan hiekkalaatikolla tekemään lähitulevaisuuden aikana. Tämä työ pohjaa hyvin näitä asioita, esimerkiksi jos joku haluaa jatkaa työtä hiekkalaatikon kehittämisessä opinnäytetyön merkeissä.

5.2 Lopuksi

Kokonaisuutena voidaan todeta että opinnäytetyöprosessi ei ollut aivan normaali, sillä aluksi lähtökohtana oli toteuttaa jokin käytännön työ aiheena virtualisointi. Työn toiminnallinen osuus ja punainen lanka tarkentuivat oikeastaan vasta loppukesästä 2013. Olen kartoittanut myös koululta virtualisointiin liittyviä työn mahdollisuuksia, mutta Suomen Pankin tarjoama opinnäytetyön aihe oli kaikista vaihtoehtoista sillä hetkellä paras, enkä ole katunut sitä tähän mennessä.

Kiitokset kuuluvat Suomen Pankin tarjoamalle avulle liittyen toiminnalliseen osuuteen työssäni. Kiitokset kuuluvat myös Suomen Pankin IT-yksikön infra osastopäällikölle Kari Sipilälle sekä opinnäytetyö-ohjaajalleni Aarno Autiolle.

Lähteet

Domain Controller Roles 2010. Microsoft. Viitattu 20.10.2013

[http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786438\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786438(v=ws.10).aspx)

Definition: sandbox 2005. Viitattu 18.10.2013

<http://searchsecurity.techtarget.com/definition/sandbox>

Desktop Virtualization. Viitattu 4.7.2013

<http://www.techopedia.com/definition/601/desktop-virtualization>

Difference between vSphere, ESXi and vCenter 2012. VMware. Viitattu 18.10.2013

<http://www.mustbegeek.com/difference-between-vmware-esxi-and-vcenter/>

Dittner, R. & Rule, D. 2007. The best damn virtualization book period. Yhdysvallat: Syngress Publishing.

Fault Tolerance, VMware 2013. Viitattu 18.11.2013

<http://www.vmware.com/products/vsphere/features/fault-tolerance.html>

Getting Started with System Center 2012 - DPM. Microsoft. Viitattu 19.10.2013

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/hh848294.aspx>

Golden, B. 2009. Virtualization For Dummies®, 2nd Sun and AMD Special Edition. Yhdysvallat: Wiley Publishing, Inc.

Hardware virtualization 2007. Viitattu 18.9.2013

<http://searchvmware.techtarget.com/definition/hardware-virtualization>

Host and guest virtual machine: Definitions. Viitattu 23.9.2013

<http://searchservervirtualization.techtarget.com/tip/Host-and-guest-virtual-machine-Definitions>

How Cloud Computing Works 2013. Viitattu 24.9.2013

http://www.webopedia.com/TERM/C/cloud_computing.html

How do snapshots work in VMware Workstation? 2008. Viitattu 23.9.2013

<http://www.techrepublic.com/blog/virtualization-coach/how-do-snapshots-work-in-vmware-workstation/>

Integrated Lights-Out (iLO). Hewlett-Packard. Viitattu 25.10.2013

<http://www.techopedia.com/definition/2217/integrated-lights-out-ilo>

Bloor, R., Dr. Halper, F., Hurwitz, J. & Kaufman, M. 2010. Cloud computing for dummies. Yhdysvallat: Wiley Publishing, Inc.

Kusnetzky, D. 2011. Virtualization: A Manager's Guide, Yhdysvallat: O'Reilly Media

Microsoftin ohjelmistopäivitystiedoissa käytettävien vakiotermien kuvaus. Viitattu 12.11.2013

<http://support.microsoft.com/kb/824684/fi>

Mikä on iSCSI-liitäntä (Internet Small Computer System Interface)?. Viitattu 25.10.2013

<http://windows.microsoft.com/fi-fi/windows-vista/what-is-internet-small-computer-system-interface-iscsi>

Openfiler 2013. Viitattu 23.9.2013

<http://www.openfiler.com/>

Portnoy, M. 2012. Virtualization Essentials, Yhdysvallat: Wiley Publishing, Inc
Reasons to use virtualization 2011. Viitattu 15.7.2013

Ruest, D. & Ruest, N. 2009. Virtualization: A Beginner's Guide. Yhdysvallat: The McGraw-Hill Companies.

Stonesoft: Virtualisoinnin tietoturvaasteisiin tullaan törmäämään väistämättä. 2008. Viitattu 15.7.2013
http://www.stonesoft.com/en/company/press_and_media/releases/fi/2008/04122008.html

Suomen Pankki, tehtävät 2013.
http://www.suomenpankki.fi/fi/suomen_pankki/tehtavat/Pages/default.aspx

Suomen Pankin toiminta-ajatus. Suomen Pankki. Viitattu 22.10.2013
http://www.suomenpankki.fi/fi/suomen_pankki/toiminta_ajatus/Pages/default.aspx

System Center Operations Manager (SCOM). Microsoft. Viitattu 26.9.2013
<http://www.microsoft.com/en-in/server-cloud/system-center/operations-manager.aspx>

The History of Virtualization. Viitattu 29.6.2013
<http://mattvelic.com/history-of-virtualization/>

Top 10 Benefits of Server Virtualization 2011. Viitattu 30.6.2013
<http://virtualizationreview.com/articles/2011/06/20/top-10-benefits-of-server-virtualization.aspx>

Virtualisointi lisää ekologisuutta 2012. Viitattu 14.7.2013
<http://uutisverkko.wordpress.com/2012/02/03/virtualisointi-lisaa-ekologisuutta/>

VMware VMotion. VMware. Viitattu 15.9.2013
<http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-VMotion-DS-EN.pdf>

VMware vSphere Distributed Switch
<http://www.vmware.com/products/vsphere/features/distributed-switch.html>

VMware vSphere 5.1 Documentation Center. VMware. Viitattu 27.10.2013
<http://pubs.vmware.com/vsphere-51/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.monitoring.doc%2FGUID-7F81E75C-39AA-4EF5-A2C2-F82C518AC459.html>

What Is Cloud Computing? Viitattu 15.11.2013
<http://www.dummies.com/how-to/content/what-is-cloud-computing.html>

Kuvat

Kuva 1: IBM M44/44X	12
Kuva 1: Rautapohjainen virtualisointi	23
Kuva 2: Ohjelmistopohjainen virtualisointi	24
Kuva 3: Paravirtualisointi kerrokset	25
Kuva 2: VMware vSphere Client-näkymä, Operoinnin hiekkalaatikko	26
Kuva 4: Operoinnin hiekkalaatikko havainnekuva	28
Kuva 5: VMware vCenter-asennus	30
Kuva 6: Hiekkalaatikon virtuaalikoneet	33

Liitteet

Liite 1 vCenter-palvelimen asennus (keskitetty VMware hallinta)	40
Liite 2 Isäntäkoneen asennus	54
Liite 3: Openfiler-tallennuspalvelimen asennus ja konfigurointi	61
Liite 4: Datacenter klusterin luonti, Isäntäkoneen ja tallennuslaitteen lisäys vCenterille sekä verkon konfigurointi	69
Liite 5: Virtuaalikoneen luominen ja virtuaalikoneen konversio hiekkalaatikolle	90

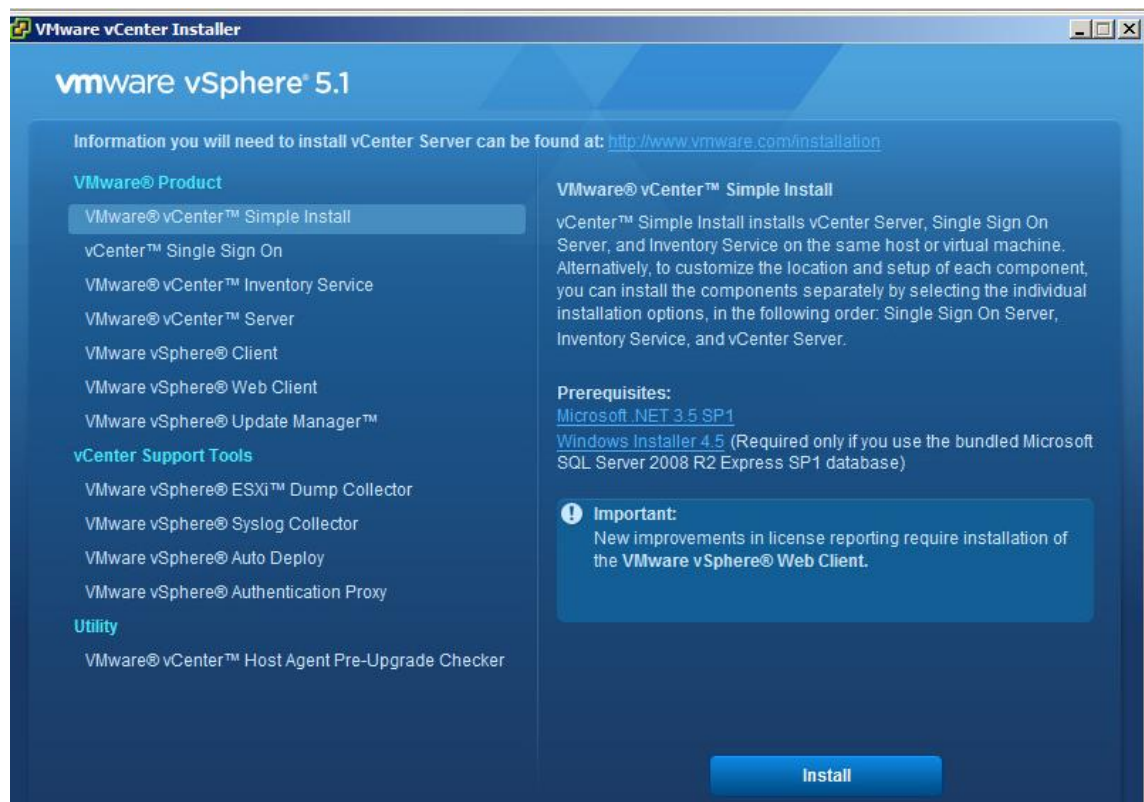
Liite 1 vCenter-palvelimen asennus (keskitetty VMware hallinta)

Tässä ohjeessa asennetaan hiekkalaatikolle keskitetty VMware hallintapalvelin osineen. Yksityiskohtaisempaa tietoa sekä dokumentaatiota VMware:n ohjelmistoista löydät web-osoitteesta:

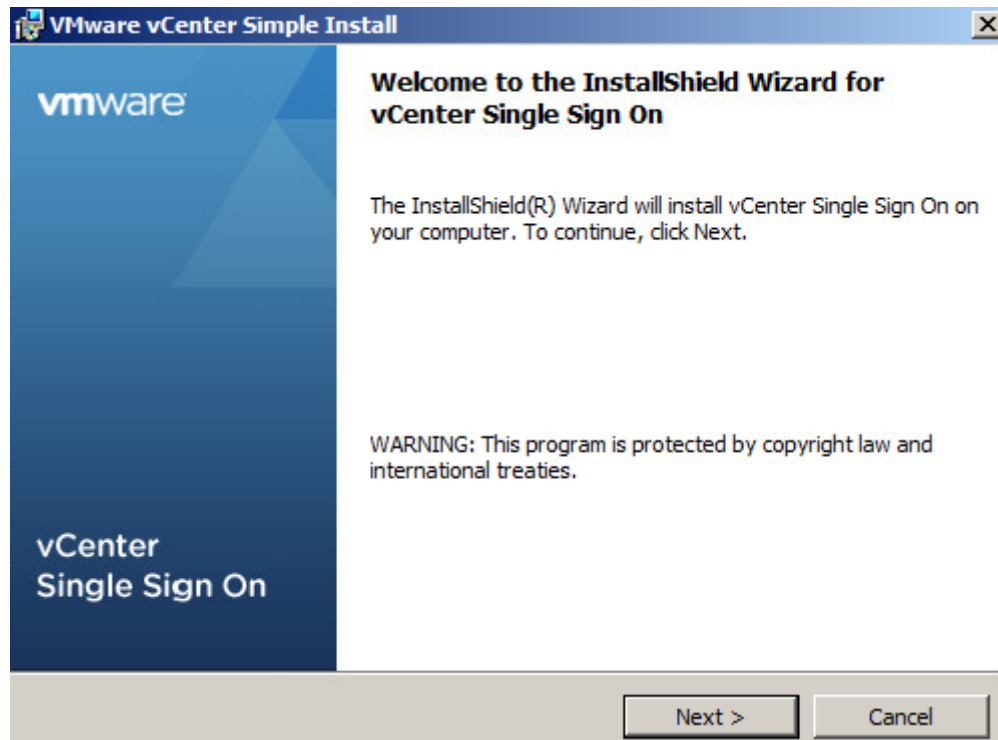
<http://pubs.vmware.com/vsphere-51/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vsphere.vcenterhost.doc%2FGUID-BB6FEDA8-9D01-4FE0-8706-87E7957A0D2D.html>

- vCenter Simple Install
- vCenter Simple Sign On
- VMware vCenter Inventory Service
- VMware vCenter Server
- VMware vSphere Client
- VMware vSphere Web Client
- VMware Update Manager

vCenter Simple Install & vCenter Simple Sign On:



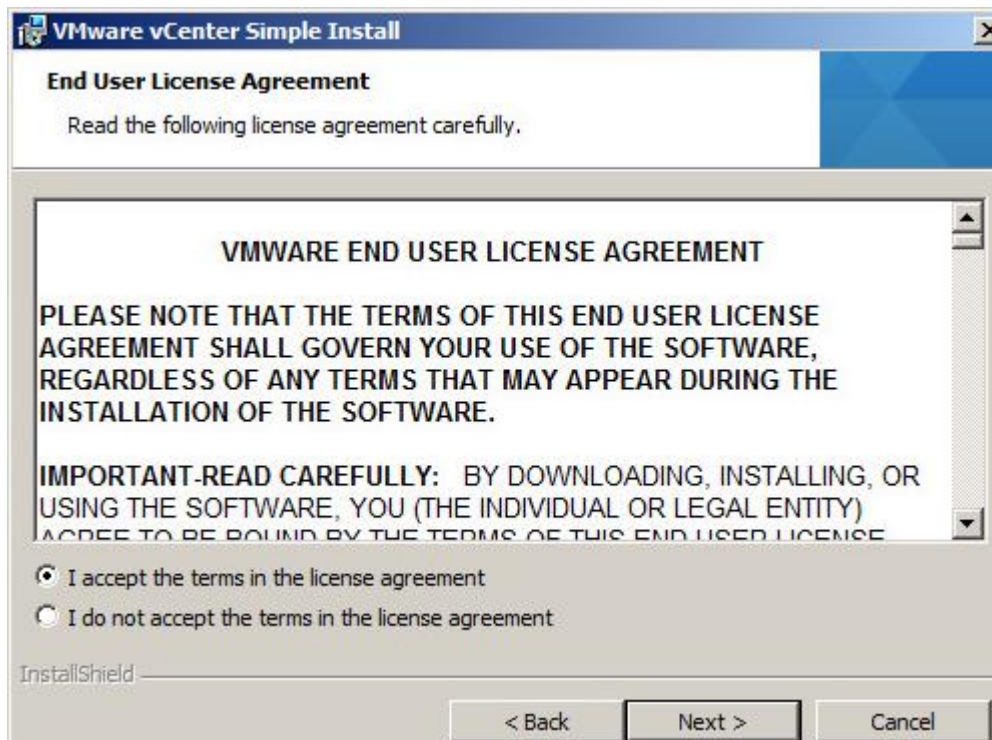
Asennetaan paketit VMware Product:n alla. Aloitetaan VMware vCenter Simple Install:sta.



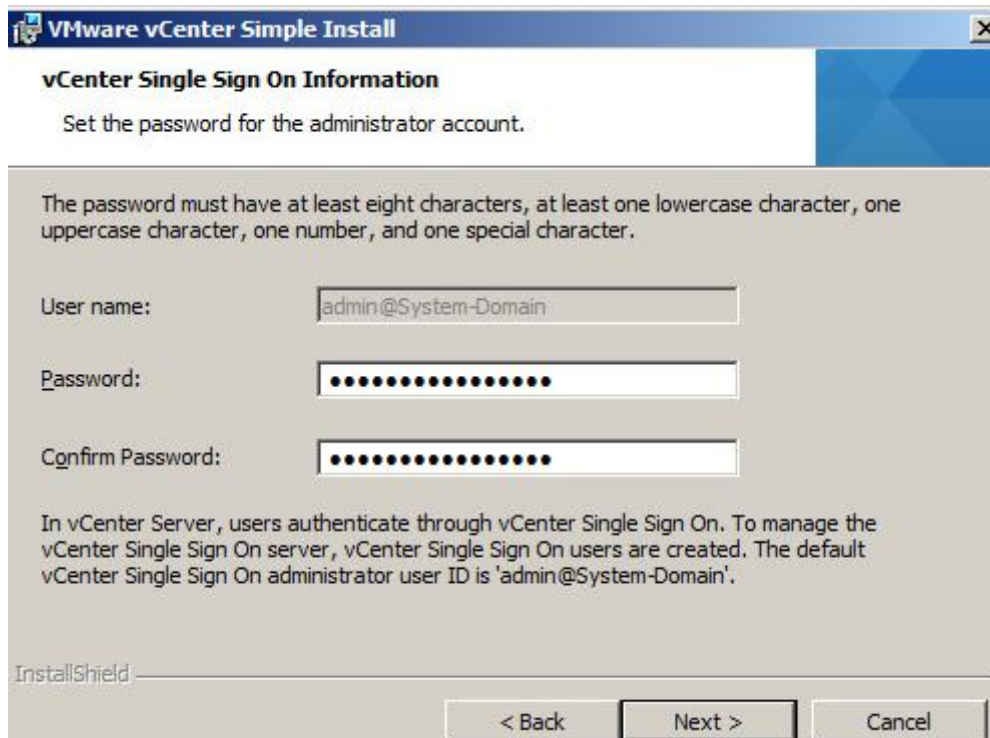
Aloitetaan Simple Install-paketin asennus. Jatketaan painamalla 'Next'.



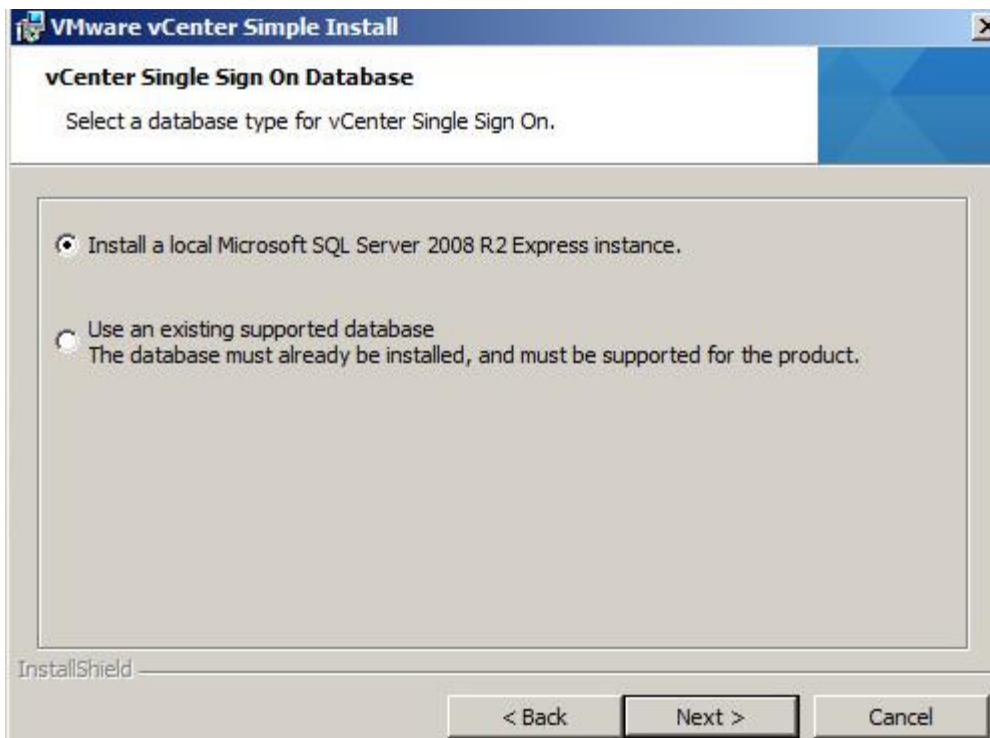
Hyväksytään Loppukäyttäjän patenttisopimus. Jatketaan painamalla 'Next'.



Hyväksytään lisenssisopimus. 'Next'.



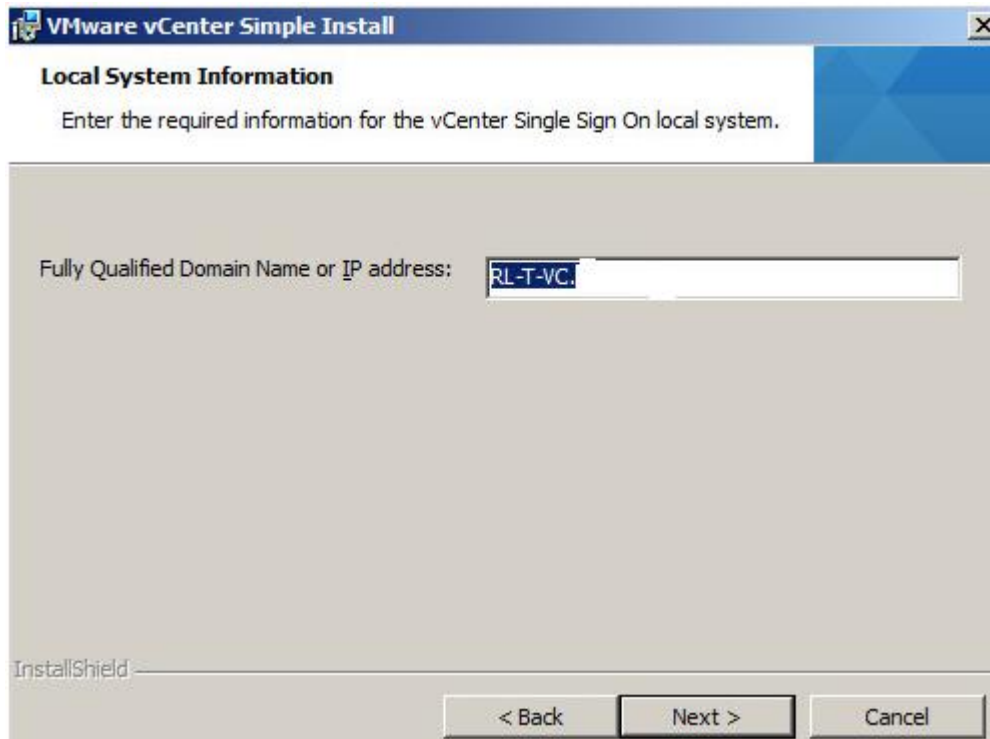
Määritellään vCenter:n salasana. Tätä salasanaa kysytään muodostettaessa etäyhteyttä vCenterille. 'Next'.



Asennetaan lokaali Microsoft SQL Server 2008 R2 instanssi. vCenter käyttää tietokantaa tallentaakseen ja varastoidakseen tietoja.



Määritellään tietokannan käyttäjätiedot. Nämä hyvä ottaa talteen, sillä tarvitaan jatkossa.



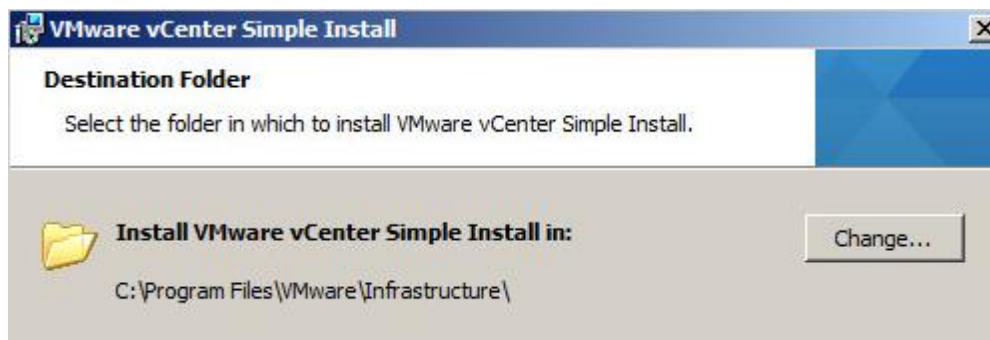
The screenshot shows the 'Local System Information' dialog box in the VMware vCenter Simple Install wizard. The title bar reads 'VMware vCenter Simple Install'. Below the title bar, the text 'Local System Information' is displayed, followed by the instruction 'Enter the required information for the vCenter Single Sign On local system.' A text input field labeled 'Fully Qualified Domain Name or IP address:' contains the text 'RL-T-VC.'. At the bottom of the dialog, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The 'InstallShield' logo is visible in the bottom left corner.

Määritellään vCenter:n domain-nimi. Voidaan käyttää joko nimeä tai IP-osoitetta. Nimeä käytettäessä tulee nimi määrittellä IP-osoitteeseen myös domain controllerilla.

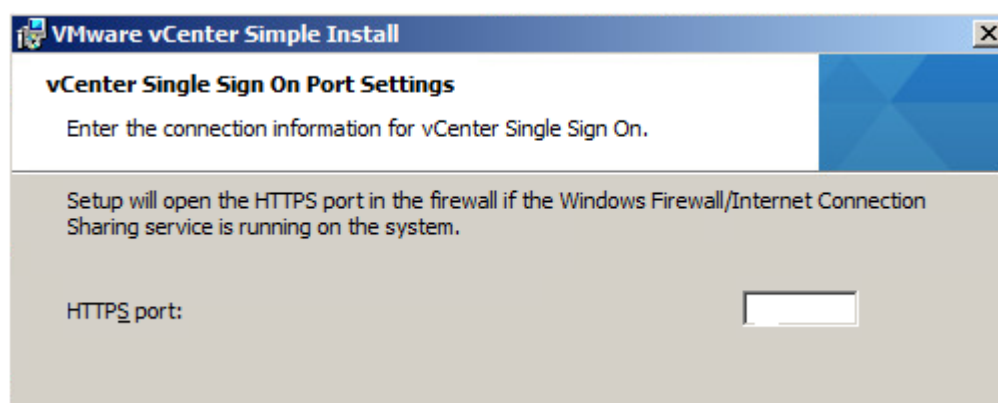


The screenshot shows the 'Security Support Provider Interface Service Information' dialog box in the VMware vCenter Simple Install wizard. The title bar reads 'VMware vCenter Simple Install'. Below the title bar, the text 'Security Support Provider Interface Service Information' is displayed, followed by the instruction 'Enter the Security Support Provider Interface service account information.' The main text area contains the instruction: 'Configure the Security Support Provider Interface service to run in the default Windows NetworkService account, or enter the details for the administrator user service account to run the service in.' There is a checked checkbox labeled 'Use network service account'. Below this, there are three text input fields: 'User name:', 'Password:', and 'Domain:'. The 'Domain:' field contains the text 'BOFNET'. A note at the bottom states: 'Note : It is recommended to use same account as primary node of vCenter Single Sign On.' At the bottom of the dialog, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The 'InstallShield' logo is visible in the bottom left corner.

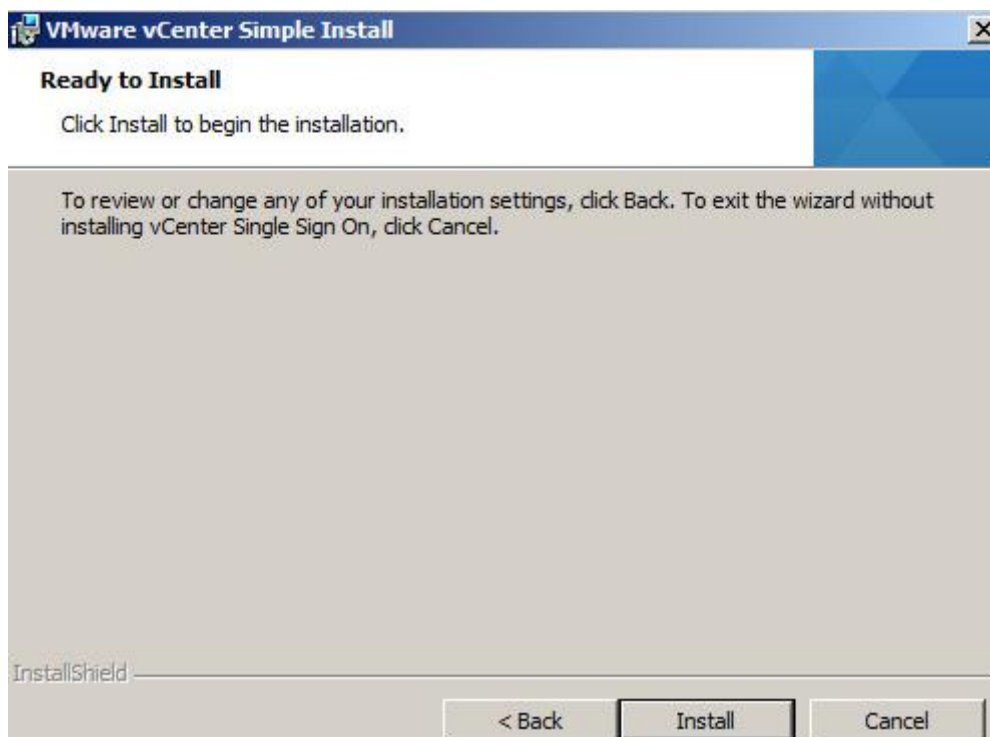
Lisätään halutessa tietty käyttäjätunnus ja salasana. Tässä tapauksessa käytetään kuitenkin samaa käyttäjätunnusta ja salasanaa kuin kirjautuessa palvelimelle sisään.



Valitaan vCenter:n asennukselle kohdehakemisto. Jatketaan seuraavaan vaiheeseen 'Next'.



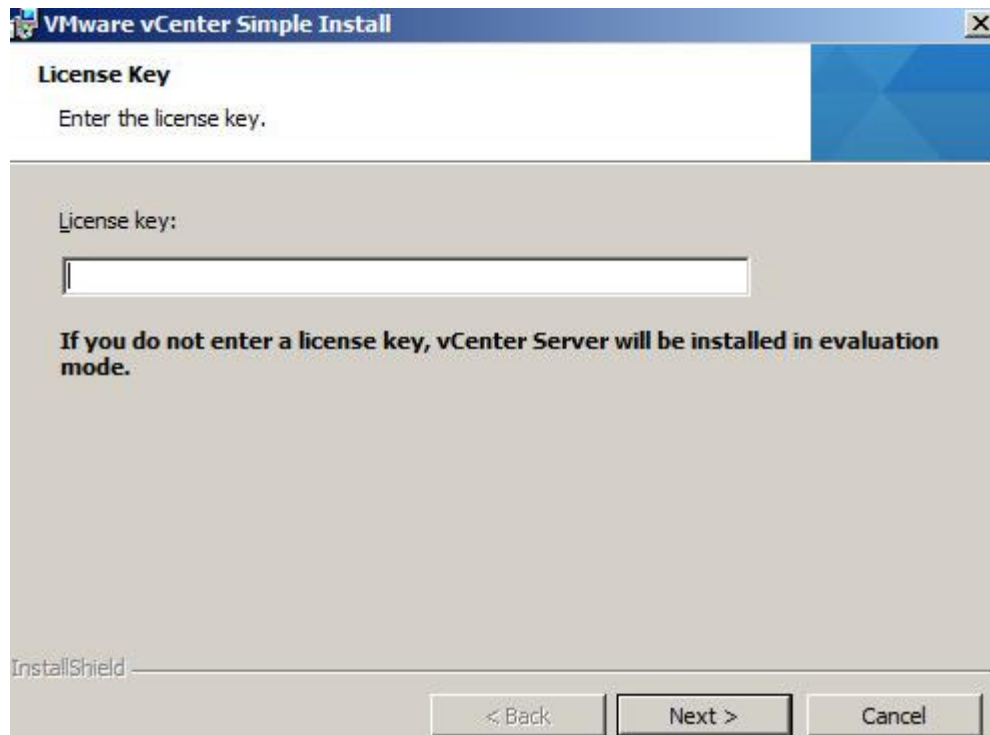
Määritellään vCenter:n portti. 'Next'.



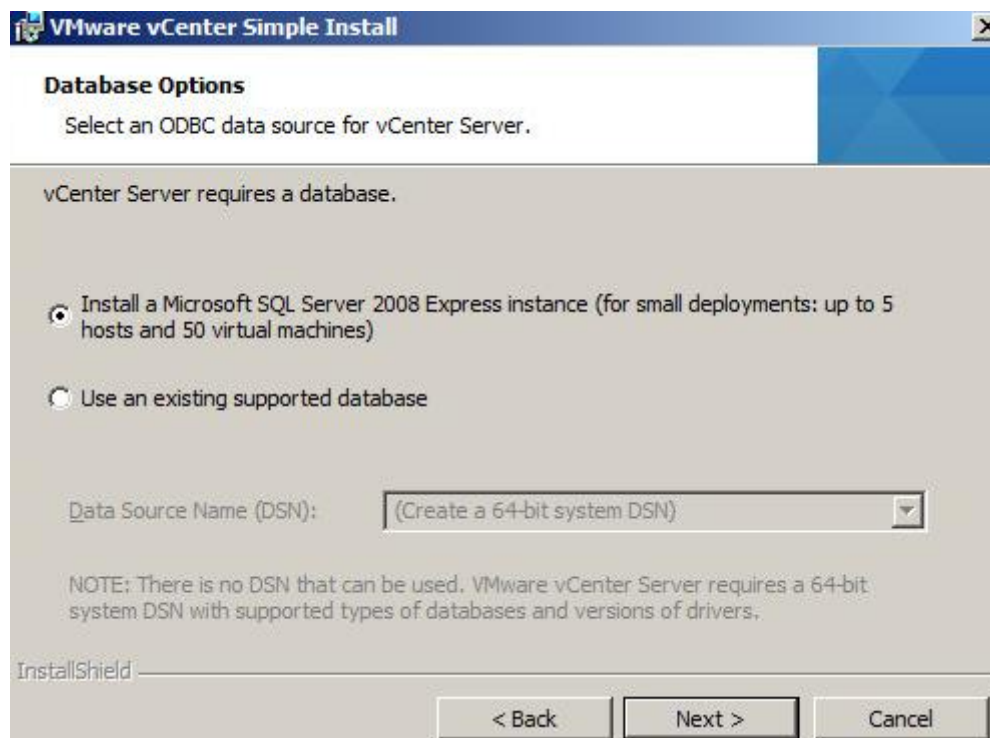
Aloitetaan asennus. 'Next'.

VMware vCenter Inventory Service

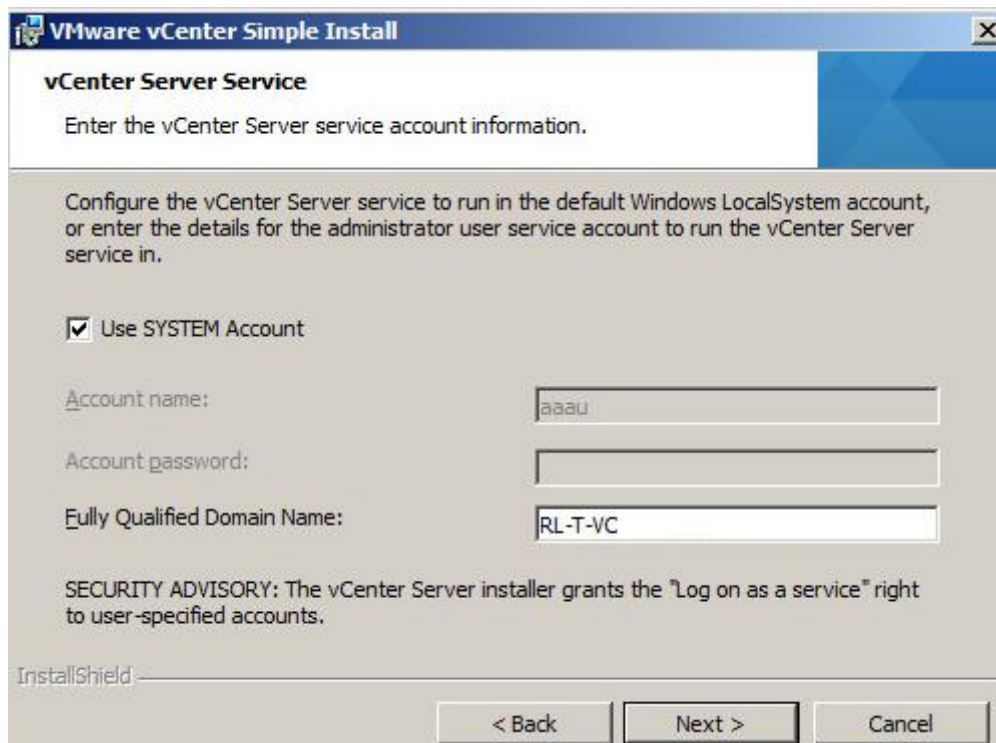
VMware vCenter Server



Kirjoitetaan kenttään lisenssiavain ja 'Next'.



Asennetaan Microsoft SQL Server 2008 Express instanssi. 'Next'.



VMware vCenter Simple Install

vCenter Server Service

Enter the vCenter Server service account information.

Configure the vCenter Server service to run in the default Windows LocalSystem account, or enter the details for the administrator user service account to run the vCenter Server service in.

Use SYSTEM Account

Account name:

Account password:

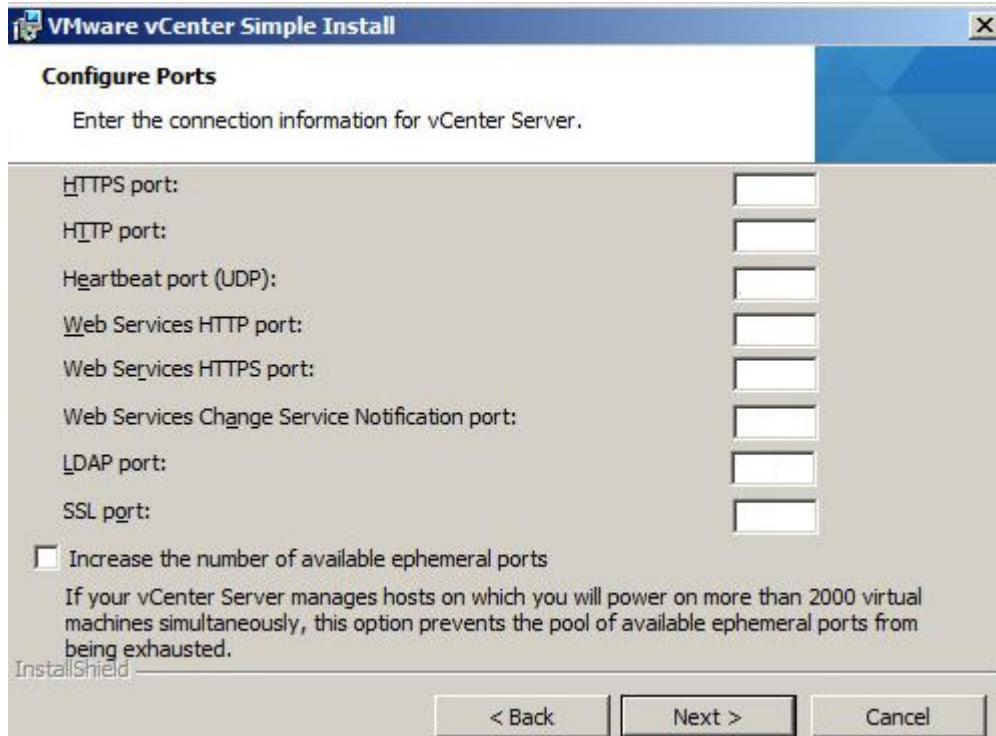
Fully Qualified Domain Name:

SECURITY ADVISORY: The vCenter Server installer grants the "Log on as a service" right to user-specified accounts.

InstallShield

< Back Next > Cancel

Määritellään Server Servicelle Domain nimi, sama kuin aikaisemmin 'RL-T-VC'. Käytetään Admin-oikeuksia. 'Next'.



VMware vCenter Simple Install

Configure Ports

Enter the connection information for vCenter Server.

HTTPS port:

HTTP port:

Heartbeat port (UDP):

Web Services HTTP port:

Web Services HTTPS port:

Web Services Change Service Notification port:

LDAP port:

SSL port:

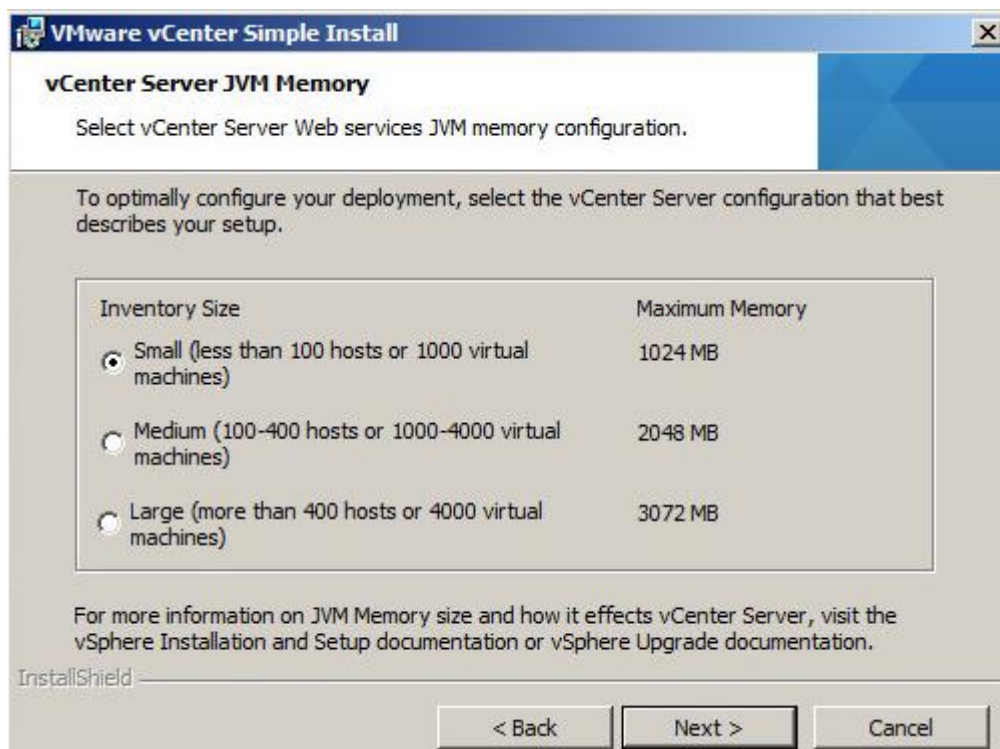
Increase the number of available ephemeral ports

If your vCenter Server manages hosts on which you will power on more than 2000 virtual machines simultaneously, this option prevents the pool of available ephemeral ports from being exhausted.

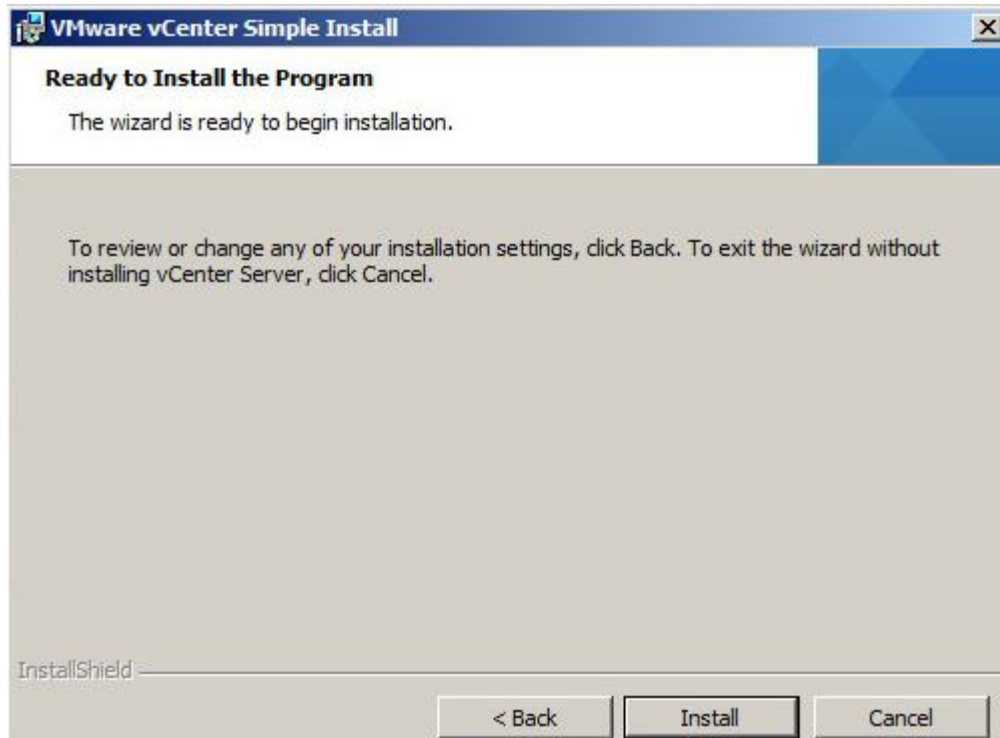
InstallShield

< Back Next > Cancel

Asetetaan portit vCenter:n määrityksien mukaan. 'Next'.



Määritellään JVM Memory eli Java Virtual Machine muisti. Valinta 'Small' alle 100 isäntäkoneelle tai 1000 virtuaalikoneelle. 'Next'.

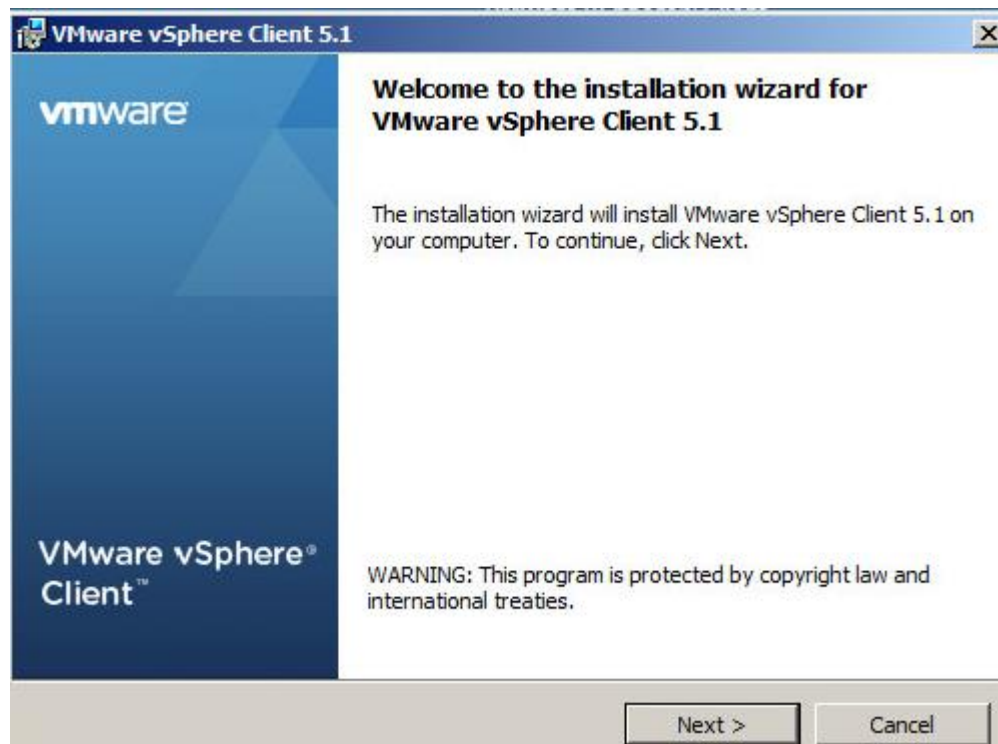


Aloitetaan asennus. 'Next'.

VMware vSphere Client asennus:



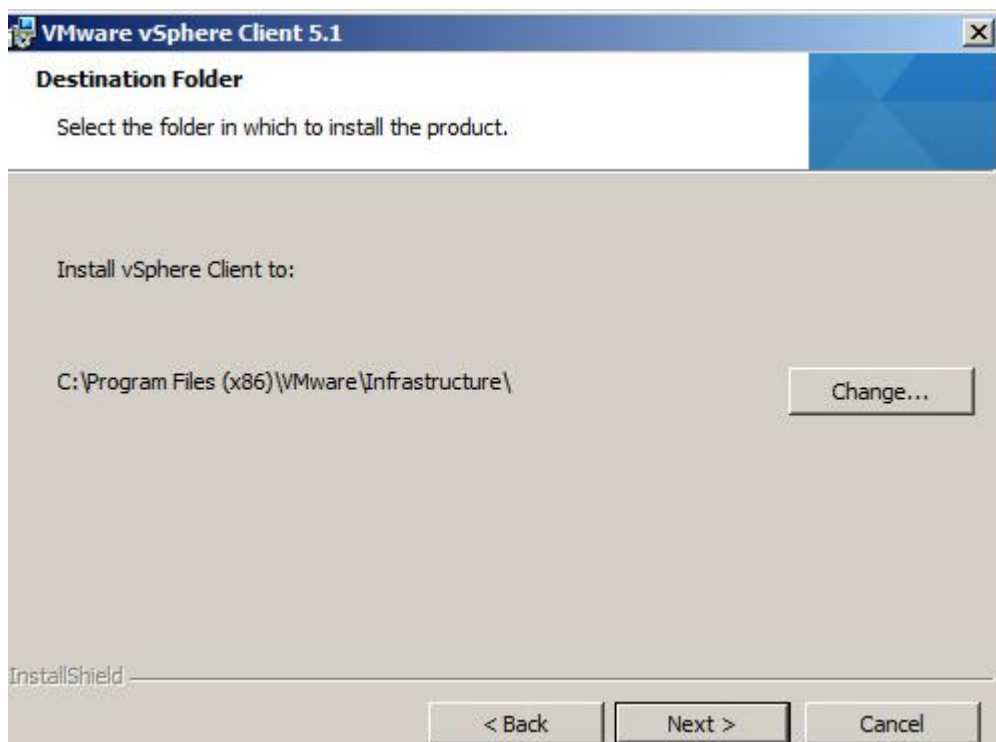
Valitaan 'OK'.



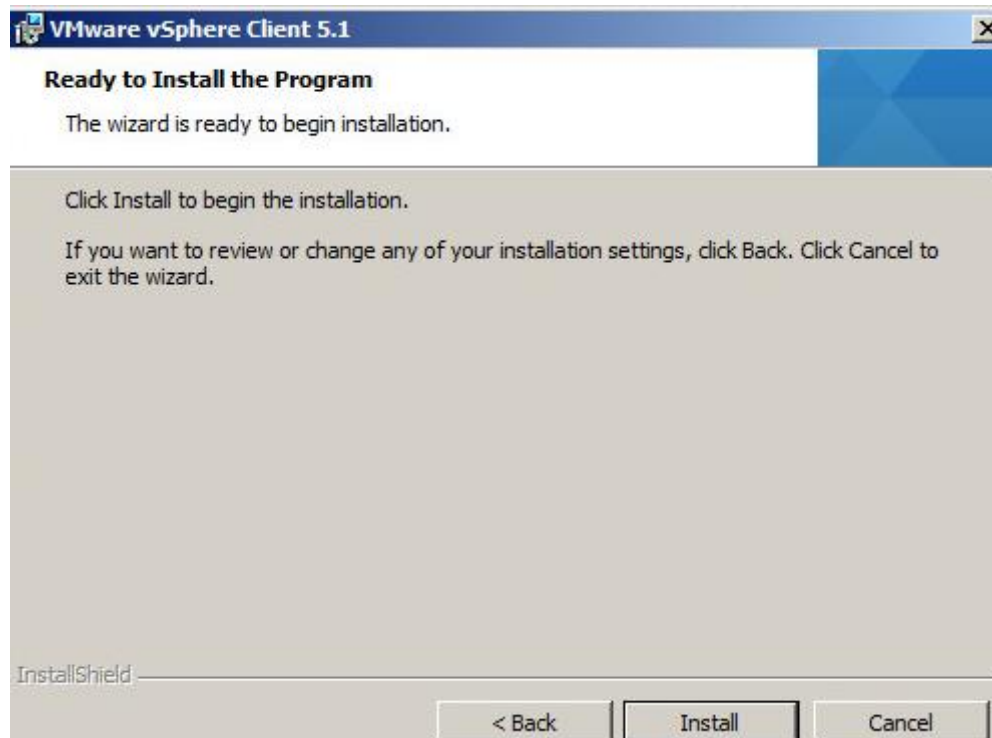
Aloitetaan asentaminen 'Next'.



Hyväksytään loppukäyttäjän patenttisopimus ja lisenssisopimus. 'Next'.



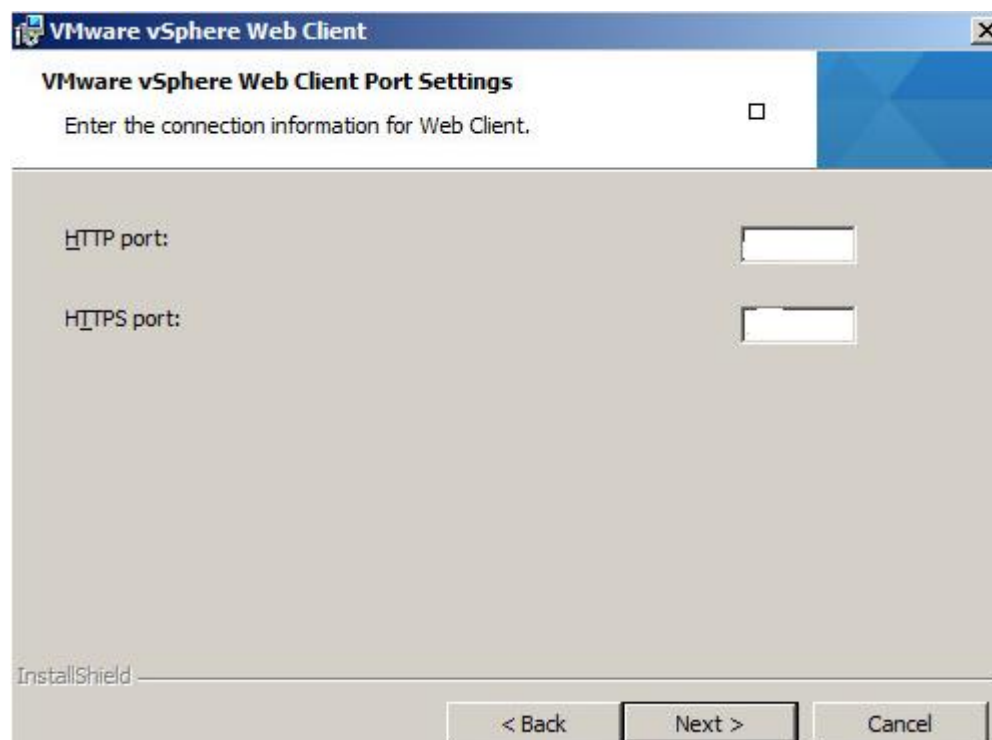
Valitaan asennuksen kohdehakemisto. 'Next'.



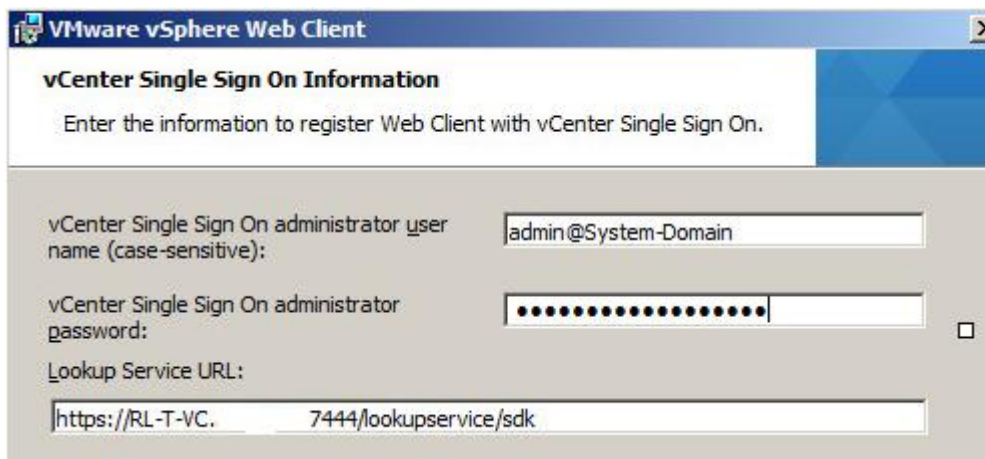
Asennetaan ohjelma. 'Install'.

VMware vSphere Web Client asennus:

Web client asennus on tähän asti identtinen vSphere Clientin kanssa.



Asennuksen kohdehakemiston valinnan jälkeen määritellään HTTP ja HTTPS -portit. 'Next'.



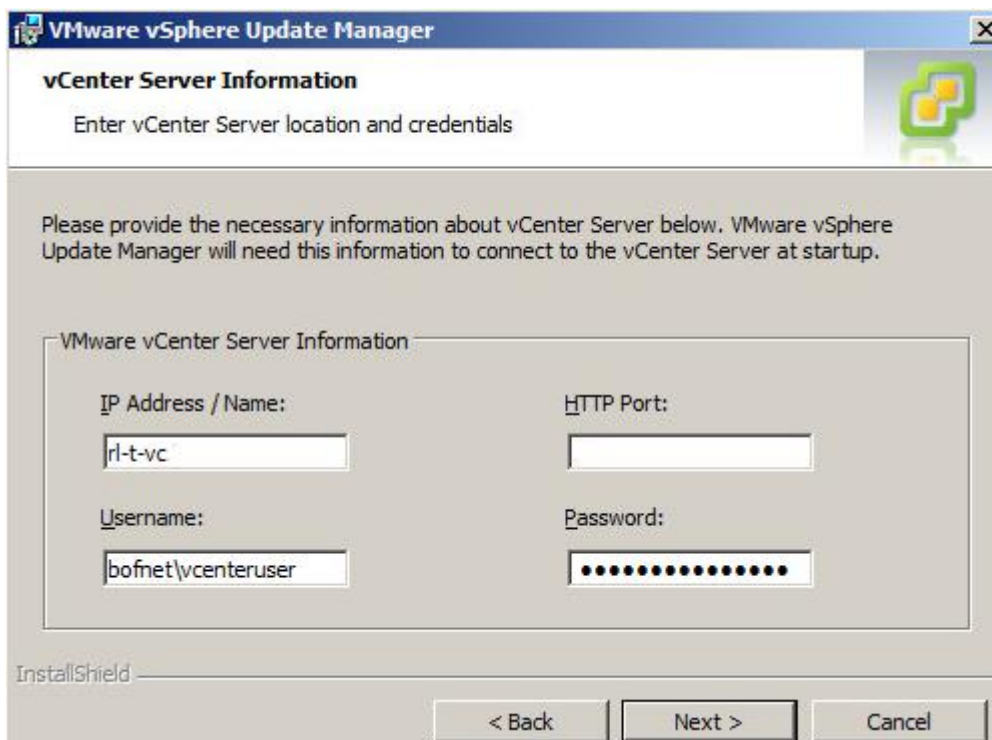
The screenshot shows the 'vCenter Single Sign On Information' window in the VMware vSphere Web Client. The window title is 'VMware vSphere Web Client'. The main heading is 'vCenter Single Sign On Information' with a sub-heading 'Enter the information to register Web Client with vCenter Single Sign On.' The form contains three input fields: 'vCenter Single Sign On administrator user name (case-sensitive):' with the value 'admin@System-Domain', 'vCenter Single Sign On administrator password:' with a masked password, and 'Lookup Service URL:' with the value 'https://RL-T-VC. 7444/lookupservice/sdk'. There is a small square checkbox to the right of the password field.

Määritellään Web Client:n hallinnointiin liittyvä käyttäjänimi ja salasana. Myös Lookup servien web-osoite määritellään alimpaan kenttään. 'Next'.

Lopuksi asennetaan ohjelmisto. 'Install'.

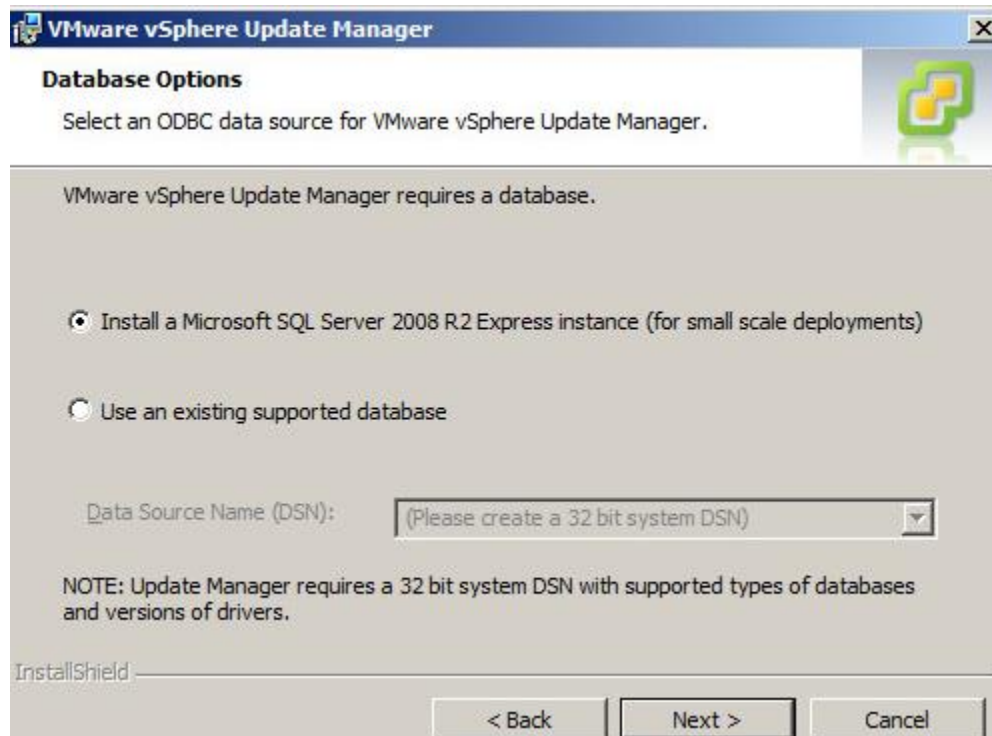
VMware vSphere Update manger asennus

Update Manager asennus on tähän kohtaan asti identtinen vSphere Clientin kanssa.

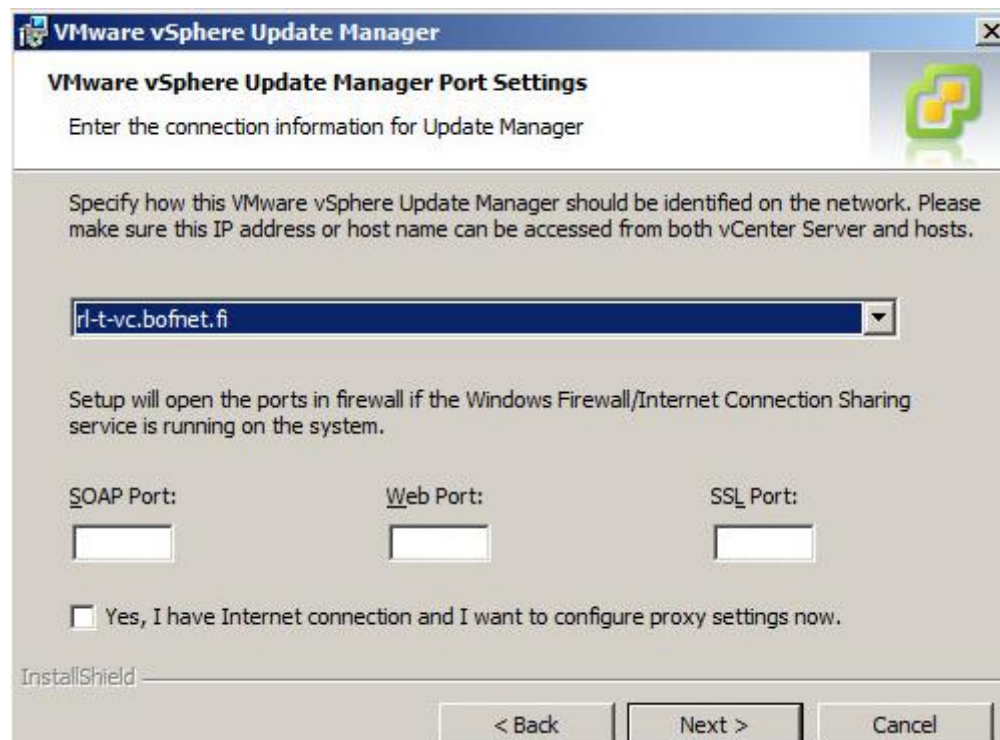


The screenshot shows the 'vCenter Server Information' window in the VMware vSphere Update Manager. The window title is 'VMware vSphere Update Manager'. The main heading is 'vCenter Server Information' with a sub-heading 'Enter vCenter Server location and credentials'. Below this is a paragraph: 'Please provide the necessary information about vCenter Server below. VMware vSphere Update Manager will need this information to connect to the vCenter Server at startup.' The form is titled 'VMware vCenter Server Information' and contains four input fields: 'IP Address / Name:' with the value 'rl-t-vc', 'HTTP Port:' (empty), 'Username:' with the value 'bofnet\vcserveruser', and 'Password:' with a masked password. At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The 'InstallShield' logo is visible in the bottom left corner.

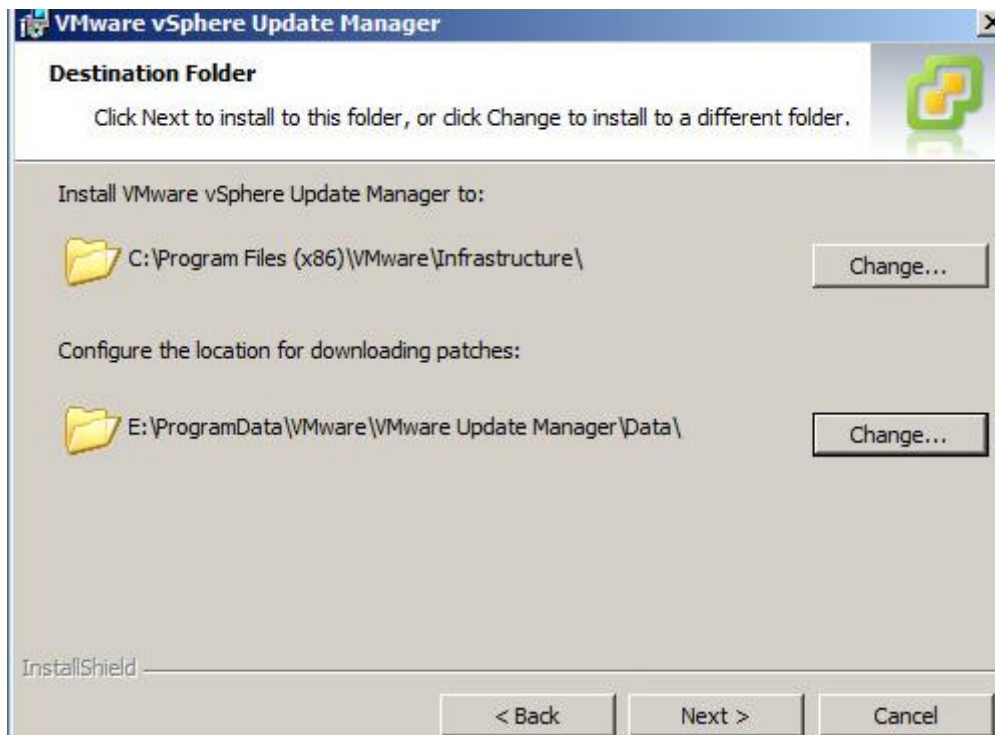
Määritellään IP-osoite/nimi 'rl-t-vc', HTTP portti, käyttäjätunnus ja salasana. 'Next'.



Asennetaan Microsoft SQL Server2008R2 instanssi. 'Next'.



Määritellään Update Manager:lle portit. 'Next'.



Valitaan asennukselle ja päivityksille kohdehakemistot. 'Next'.

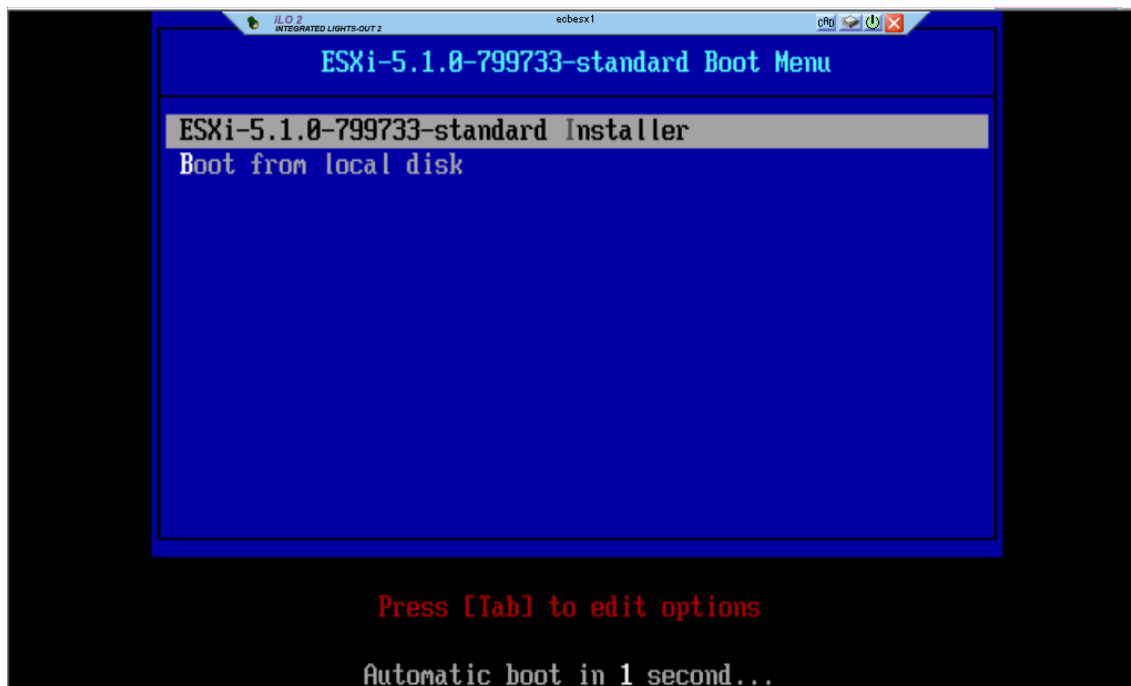
Lopuksi asennetaan ohjelmisto. 'Install'.

Liite 2 Isäntäkoneen asennus

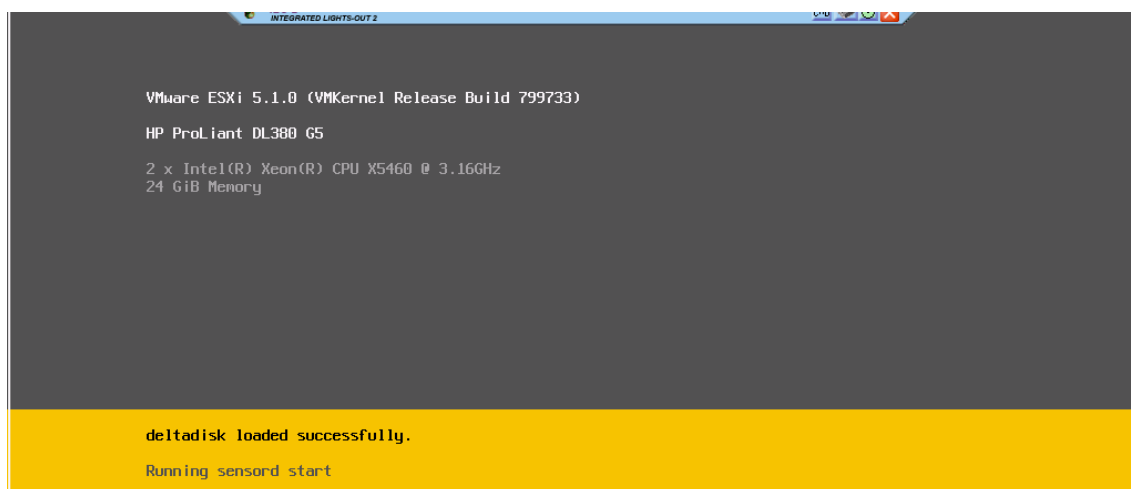
Tässä ohjeessa asennetaan isäntäkone hiekkalaatikolle.

- Isäntäkoneen asennus (ESXi)
- Isäntäkoneen hallintaverkon määrittäminen

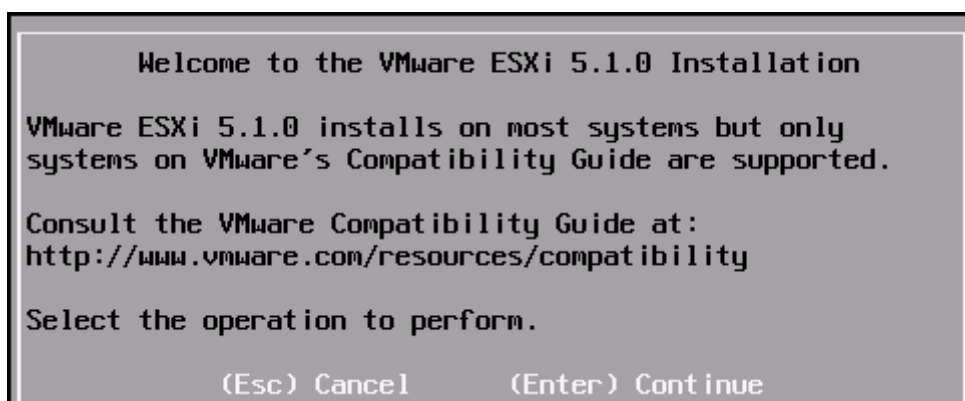
Isäntäkoneen asennus (ESXi):



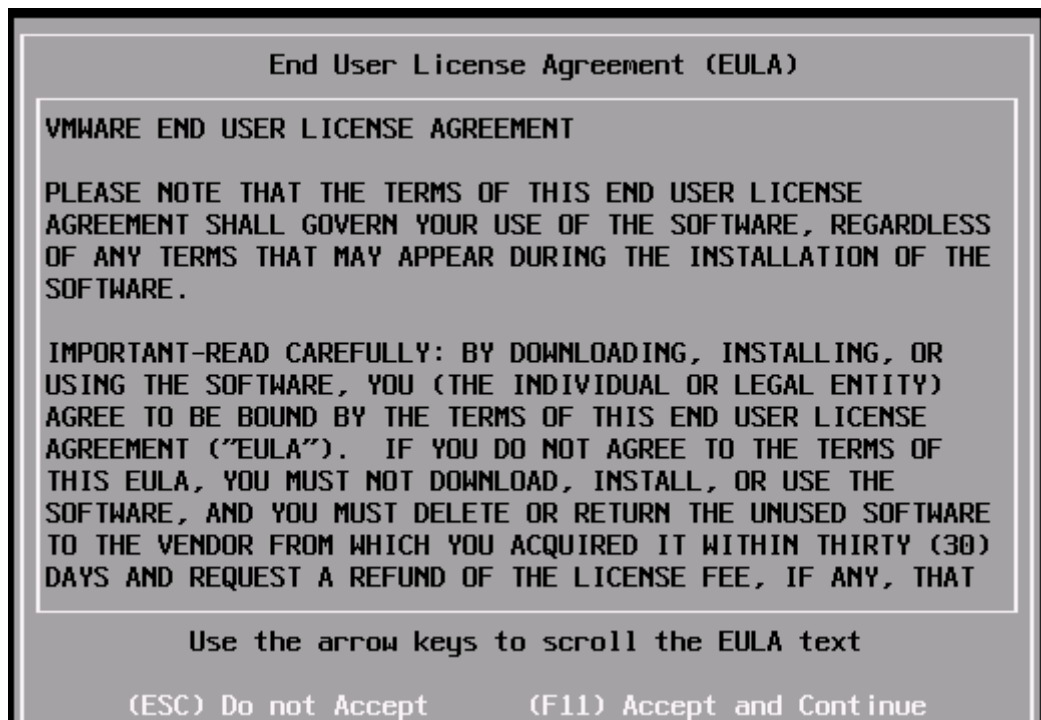
Asennuslevy palvelimeen ja asennus käynnistyy automaattisesti. Valitaan ESXi-5.1.0-799733-standard Installer.



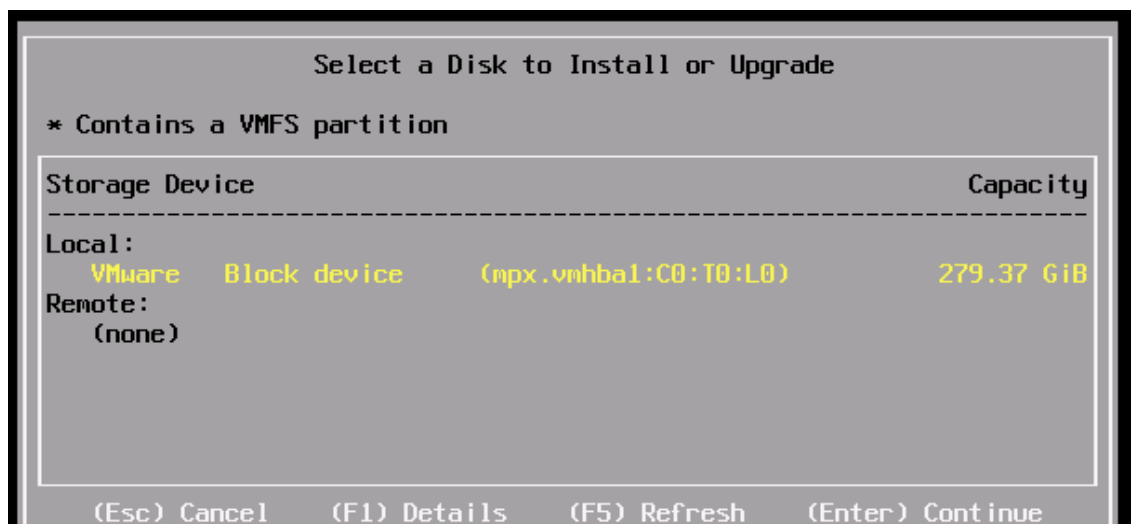
Odotetaan että asennus käynnistyy.



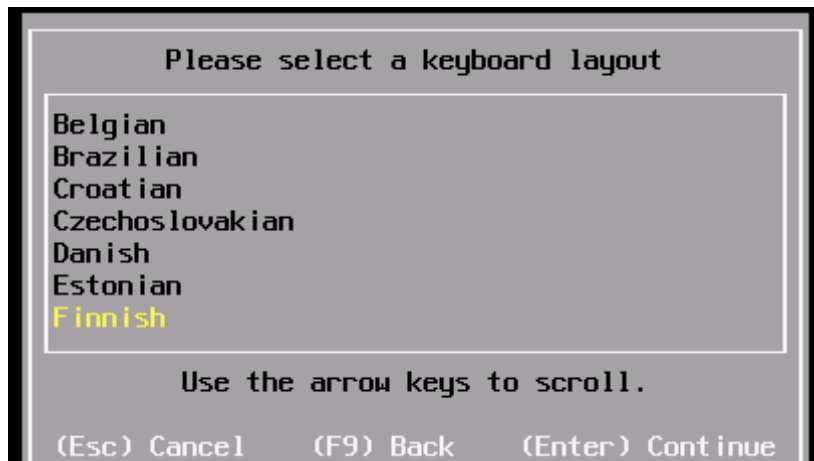
Valitaan 'Continue'



Hyväksytään lisenssisopimus. (F11)



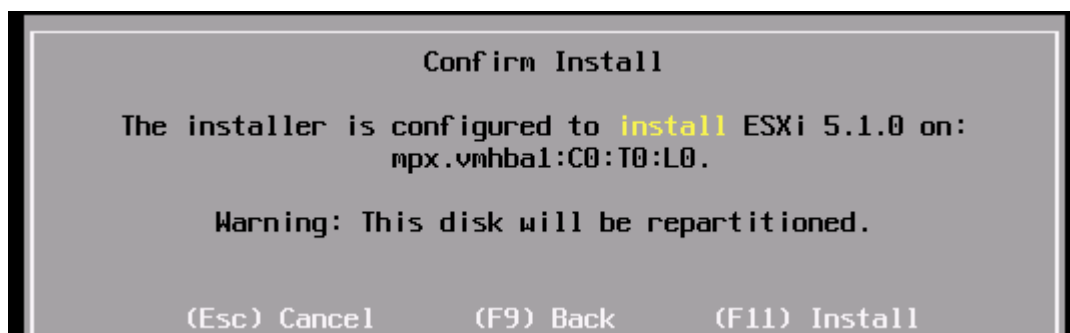
Valitaan kovalevy johon asennus suoritetaan.



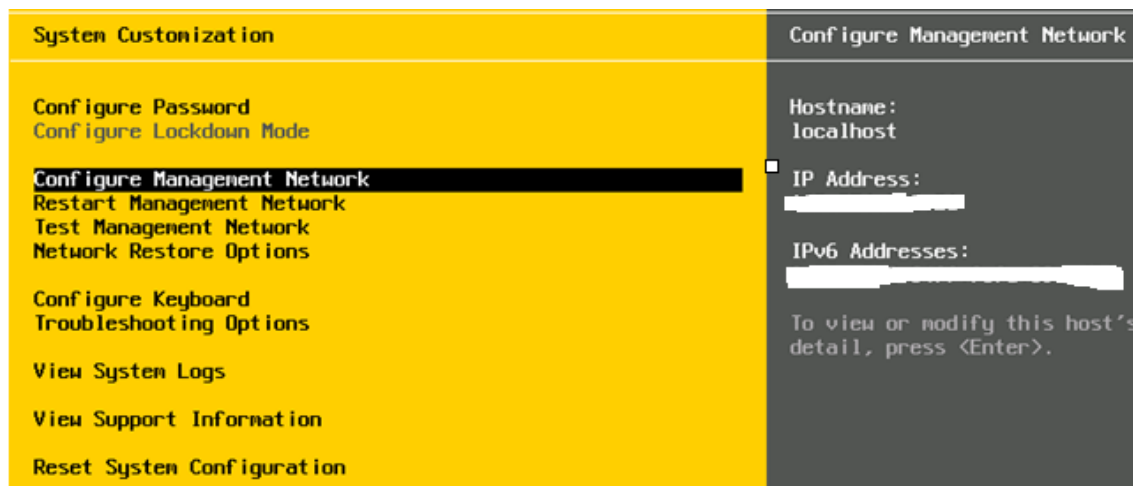
Valitaan näppäimistön kieli.



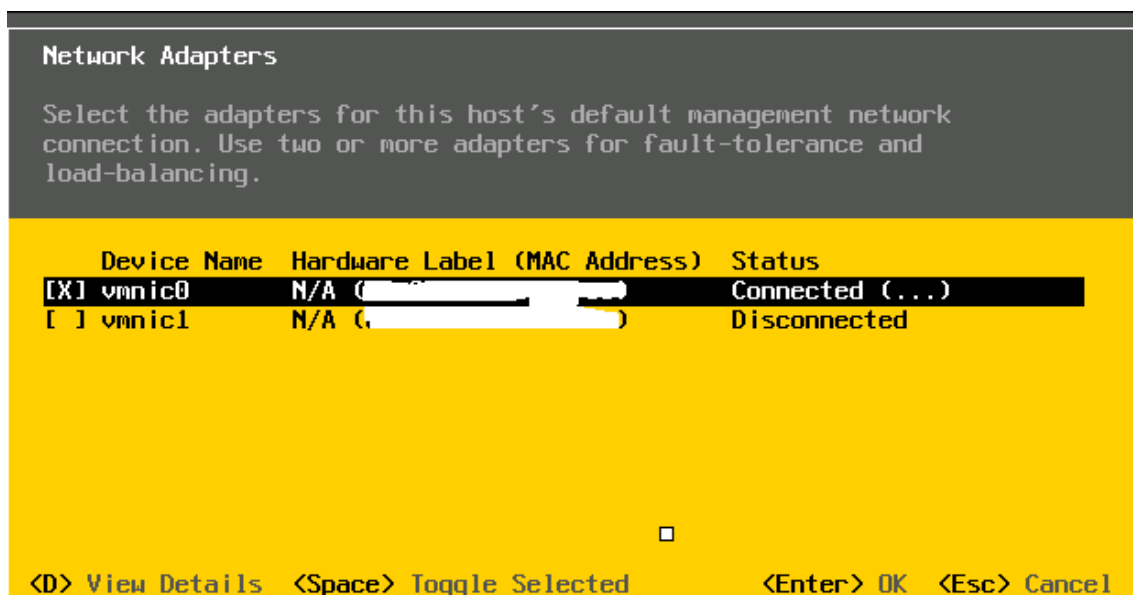
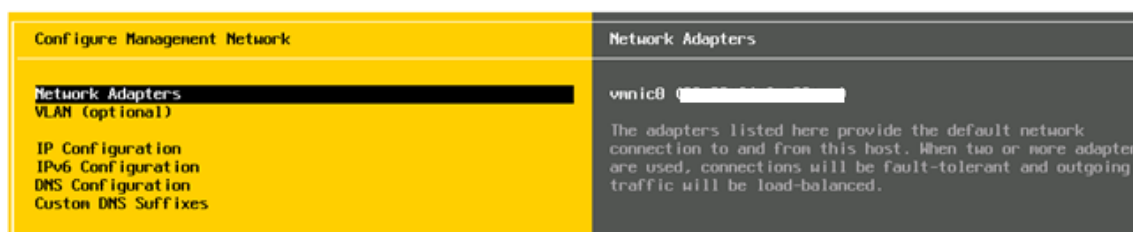
Annetaan salasana, jota tarvitaan ESXi:n hallinnoinnissa.



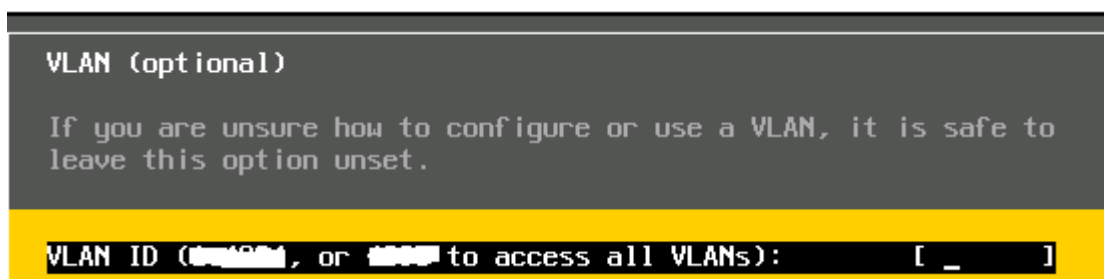
Valitaan 'Install' (F11).



Konfiguroidaan hallintaverkon IP-osoite ja IPv6-osoite.



Konfiguroidaan verkkoadapteri.



VLAN ID voidaan halutessa määritellä, mutta tässä ympäristössä management portit ovat untagged moodissa. Enter:llä eteenpäin.

IP Configuration

This host can obtain network settings automatically if your network includes a DHCP server. If it does not, the following settings must be specified:

Use dynamic IP address and network configuration
 Set static IP address and network configuration:

IP Address [_____]
Subnet Mask [_____]
Default Gateway [_____]

<Up/Down> Select <Space> Mark Selected <Enter> OK <Esc> Cancel

DNS Configuration

This host can only obtain DNS settings automatically if it also obtains its IP configuration automatically.

Obtain DNS server addresses and a hostname automatically
 Use the following DNS server addresses and hostname:

Primary DNS Server [_____]
Alternate DNS Server [_____]
Hostname [RL-T-ESX _____]

<Up/Down> Select <Space> Mark Selected <Enter> OK <Esc> Cancel

Custom DNS Suffixes

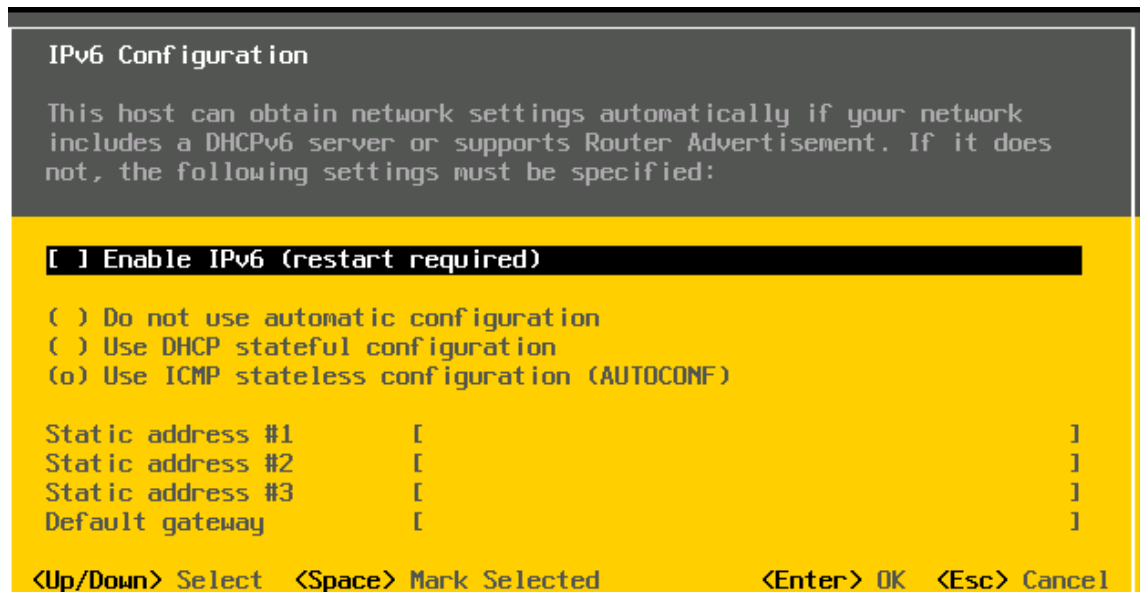
DNS queries will attempt to locate hosts by appending the suffixes specified here to short, unqualified names.

Use spaces or commas to separate multiple entries.

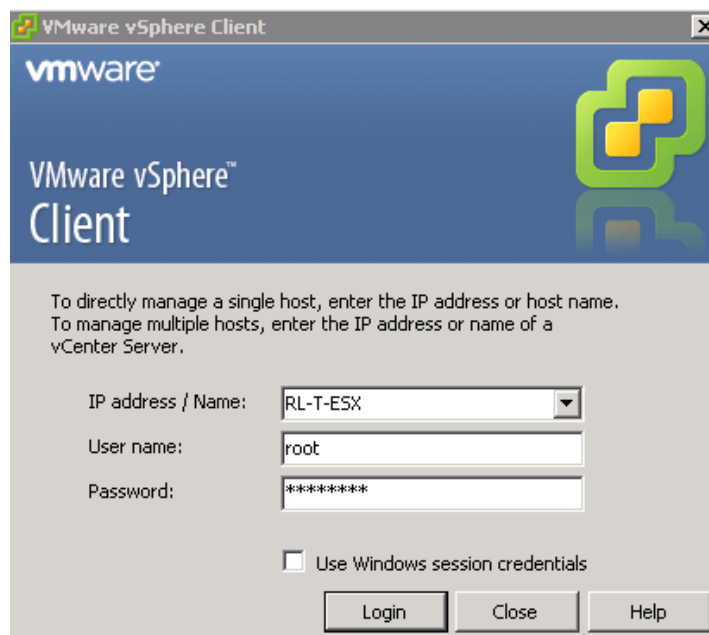
Suffixes: [_____]

<Enter> OK <Esc> Cancel

Hallintaverkko määritelty yllä.



IPv6 poistetaan käytöstä ja palvelin käynnistetään uudelleen.



Uudelleenkäynnistämisen jälkeen voidaan halutessa muodostaa etäyhteys isäntäkoneelle VMware vSphere Client-ohjelmalla.

Liite 3: Openfiler-tallennuspalvelimen asennus ja konfigurointi

Tässä ohjeessa asennetaan ja konfiguroidaan Openfiler-tallennuspalvelin käyttövalmiiksi. Ennen asennustöitä tallennuslaitteelle on varattu Domain Controllerilta IP-osoite.

- Tallennuspalvelimen asennus
- Tallennuspalvelimen konfigurointi

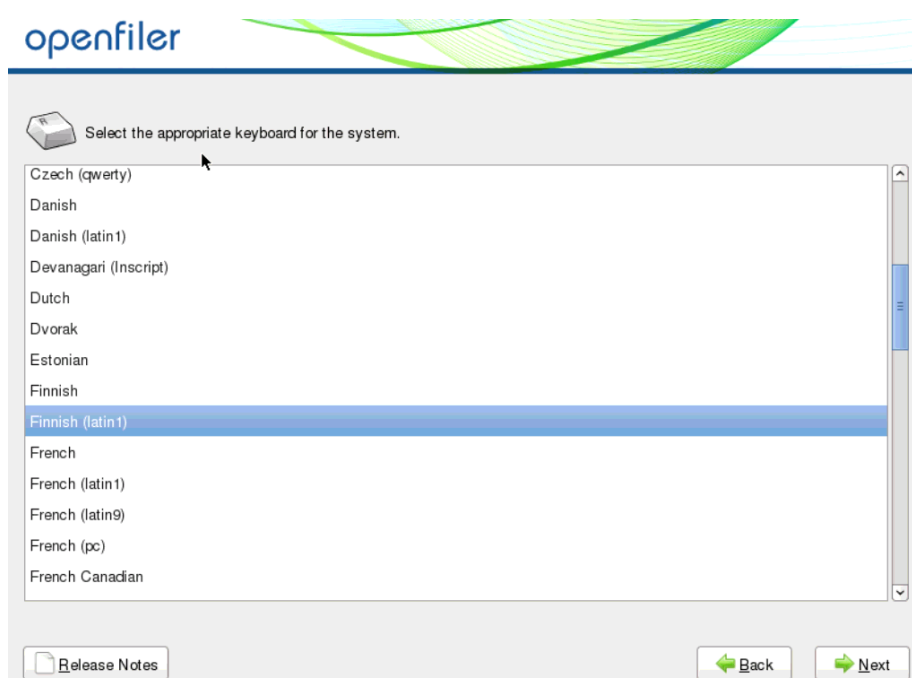
Tallennuspalvelimen asennus:

```
- To install or upgrade in graphical mode, press the <ENTER> key.  
- To install or upgrade in text mode, type: linux text <ENTER>.  
- Use the function keys listed below for more information.  
[F1-Main] [F2-Options] [F3-General] [F4-Kernel] [F5-Rescue]  
boot: _
```

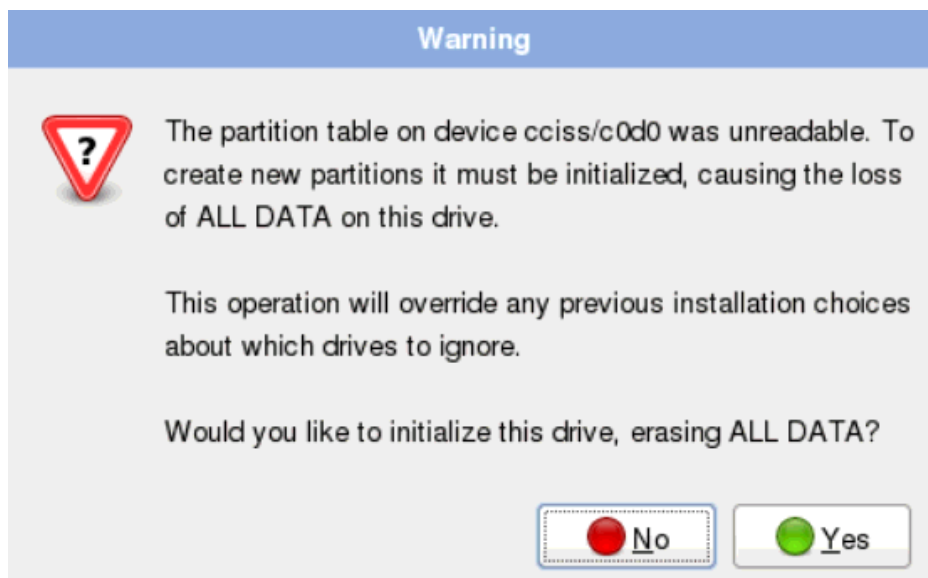
Käynnistetään palvelin asennuslevyn ollessa sisällä. Valitaan 'Enter'.



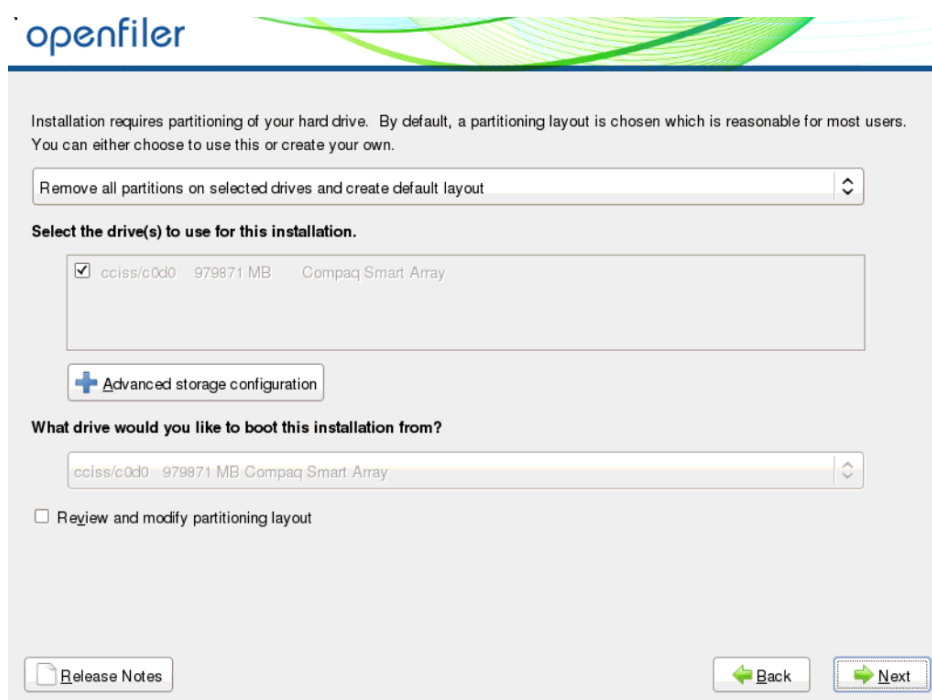
Valitaan 'Next'.



Valitaan suomenkielinen asennus. 'Next'.



Valitaan 'Yes', sillä halutaan poistaa jo valmiina olleet tallennustilan partitiot.



Poistetaan partitiot valitsemalla 'Next'.

openfiler

Network Devices

Active on Boot	Device	IPv4/Netmask	IPv6/Prefix
<input checked="" type="checkbox"/>	eth0		Disabled
<input type="checkbox"/>	eth1	DHCP	Auto
<input type="checkbox"/>	eth2	DHCP	Auto

Hostname

Set the hostname:

automatically via DHCP

manually (e.g., host.domain.com)

Miscellaneous Settings

Gateway:

Primary DNS:

Secondary DNS:

[Release Notes](#)

Tässä kohtaan määritellään tallennuslaitteelle IP-osoite. Käytetään siis samaa, joka on jo ennen asennusta käyty varaamassa Domain Controllerin DNS-palveluista. Valitaan 'Next'.

openfiler

Network Devices

Active on Boot	Device	IPv4/Netmask	IPv6/Prefix
<input checked="" type="checkbox"/>	eth0	DHCP	Auto
<input type="checkbox"/>	eth1	DHCP	Auto
<input type="checkbox"/>	eth2	DHCP	Auto

Hostname

Set the hostname:

automatically via DHCP

manually (e.g., host.domain.com)

Miscellaneous Settings

Gateway:

Primary DNS:

Secondary DNS:

[Release Notes](#)

Käydään muokkaamassa 'Edit' DHCP-palvelu pois päältä, sillä hiekkalaatikolta ei ole pääsyä "outer spaceen".

Edit Interface

Intel Corporation 82571EB Gigabit Ethernet Controller
Hardware address: 00:00:00:00:00:00

Enable IPv4 support

- Dynamic IP configuration (DHCP)
- Manual configuration

IP Address: / Prefix (Netmask):

Enable IPv6 support

- Automatic neighbor discovery
- Dynamic IP configuration (DHCPv6)
- Manual configuration

IP Address: / Prefix:

Valitaan 'Manual configuration' ja alle kirjoitetaan IP-osoite sekä aliverkon peite. 'OK'.


openfiler

Please select the nearest city in your time zone:

Selected city: Helsinki, Europe
Europe/Helsinki

System clock uses UTC

Valitaan alueeksi Europe/Helsinki ja jatketaan asennusta painamalla 'Next'.



The root account is used for administering the system.
Enter a password for the root user.

Root Password:

Confirm:

[Release Notes](#) [Back](#) [Next](#)

Tässä kohtaan asennusta pyydetään määrittelemään salasana, jonka avulla pääsemme hallinnoimaan tallennuspalvelinta selaimen kautta. Jatketaan seuraavaan kohtaan 'Next'.



Click next to begin installation of Openfiler ESA ISO (x86_64).
A complete log of the installation can be found in the file `./root/install.log` after rebooting your system.

A kickstart file containing the installation options selected can be found in the file `./root/anaconda-ks.cfg` after rebooting the system.




[Release Notes](#) [Back](#) [Next](#)

Aloitetaan asennustyö 'Next'.

Tallennuspalvelimen konfigurointi:

Openfiler-asennuksen yhteydessä on asennettuna oletuksena etähallintaan suunniteltu kevyt käyttöliittymä. Konfiguroimme seuraavassa ohjeessa tallennuslaitetta etähallintatyökalun avulla.

Create a partition in /dev/cciss/c0d0

 You can use ranges within the following extents:

Mode	Starting cylinder	Ending cylinder	Space
Primary	2390	245929	947.61 GB

Mode	Partition Type	Starting cylinder	Ending cylinder	Size	Create	Reset
Primary ▾	Physical volume ▾	<input type="text" value="2390"/>	<input type="text" value="240000"/>	924.54 GB	<input type="button" value="Create"/>	<i>In Use</i>

Luodaan partitio.

Create a new volume group

 Valid characters for volume group name: **A-Z a-z 0-9 _ + -**

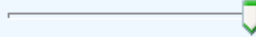
Volume group name (no spaces)

Select physical volumes to add

<input checked="" type="checkbox"/>	/dev/cciss/c0d0p4	901.45 GB
-------------------------------------	-------------------	-----------

Luodaan 'Volume group'. Käytetään tähän volume groupiin kaikki tallennustilan kapasiteetti.

Create a volume in "rl_vg1"

Volume Name (*no spaces*. Valid characters [a-z,A-Z,0-9]):	<input type="text" value="RL_VOL1"/>
Volume Description:	<input type="text" value="RL_VOL1"/>
Required Space (MB):	<input type="text" value="923072"/> 
Filesystem / Volume type:	<input type="text" value="block (iSCSI,FC,etc)"/>

Lisätään volumelle nimi, määritellään volumen koko '923072' sekä valitaan tallennustilan käyttämä protokolla 'block (iSCSI,FC,etc)'. Valitaan 'Create'.

Manage Services

Service	Boot Status	Modify Boot	Current Status	Start / Stop
CIFS Server	Disabled	Enable	Stopped	Start
NFS Server	Disabled	Enable	Stopped	Start
RSync Server	Disabled	Enable	Stopped	Start
HTTP/Dav Server	Disabled	Enable	Running	Stop
LDAP Container	Disabled	Enable	Stopped	Start
FTP Server	Disabled	Enable	Stopped	Start
iSCSI Target	Enabled	Disable	Running	Stop
UPS Manager	Disabled	Enable	Stopped	Start
UPS Monitor	Disabled	Enable	Stopped	Start
iSCSI Initiator	Enabled	Disable	Running	Stop
ACPI Daemon	Enabled	Disable	Running	Stop
SCST Target	Disabled	Enable	Stopped	Start
FC Target	Disabled	Enable	Stopped	Start
Cluster Manager	Disabled	Enable	Stopped	Start

Lisätään tallennuslaitteeseen iSCSI-palvelut päälle.

Network Interface Configuration

Device:	eth1
IP Address:	<input type="text"/>
Netmask:	<input type="text"/>
MTU:	1500

Määritellään iSCSI-verkko. Annetaan rajapinnalle IP-osoite ja aliverkon peite. 'Confirm'.

Network Access Configuration

Delete	Name	Network/Host	Netmask	Type
New	ISCSIVerkko	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Share

Nimetään verkko 'ISCSIVerkko', annetaan IP-osoite ja aliverkon peite.

Add new iSCSI Target

Target IQN	Add
<input type="text" value="iSCSI target-osoite"/>	<input type="button" value="Add"/>

Lisätään iSCSI-verkolle target-osoite, jonka avulla paritetaan hiekkalaatikon isäntäkone tallennuslaitteen kanssa.

Map New LUN to Target: "iSCSI-target osoite"

Name	LUN Path	R/W Mode	SCSI Serial No.	SCSI Id.	Transfer Mode	Map LUN
RL_VOL1	<input type="text"/>	write-thru	48hpU9-MnUT-TsXd	48hpU9-MnUT-TsXd	blockio	<input type="button" value="Map"/>

"Mäpätään" LUN iSCSI-target osoitteeseen. 'Map'.

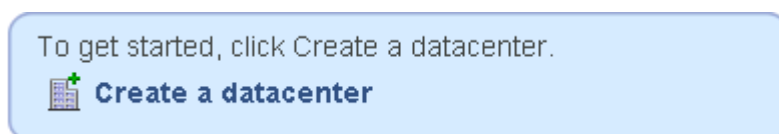
Nyt on tallennuslaite asennettu, määritelty ja konfiguroitu.

Liite 4: Datacenter klusterin luonti, Isäntäkoneen ja tallennuslaitteen lisäys vCenterille sekä verkon konfigurointi

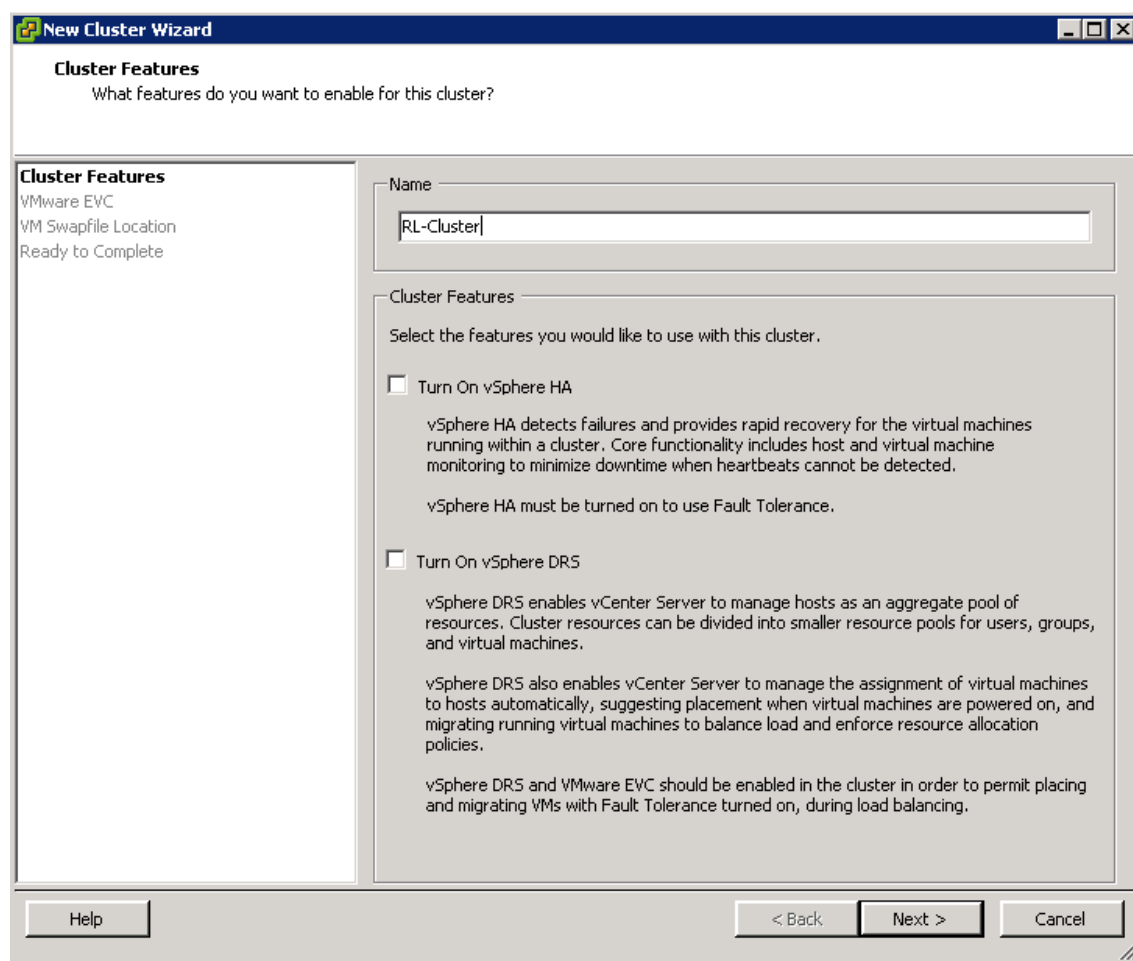
Tässä ohjeessa luodaan klusteri, lisätään isäntäkone ja tallennuslaite vCenter hallintapalvelimelle sekä määritellään verkkoja. Aluksi otetaan etäyhteys hallintapalvelimelle VMware vSphere clientin avulla.

- Datacenter klusterin luominen
- Isäntäkoneen lisäys hallintapalvelimelle
- Tallennuslaitteen lisäys hallintapalvelimelle

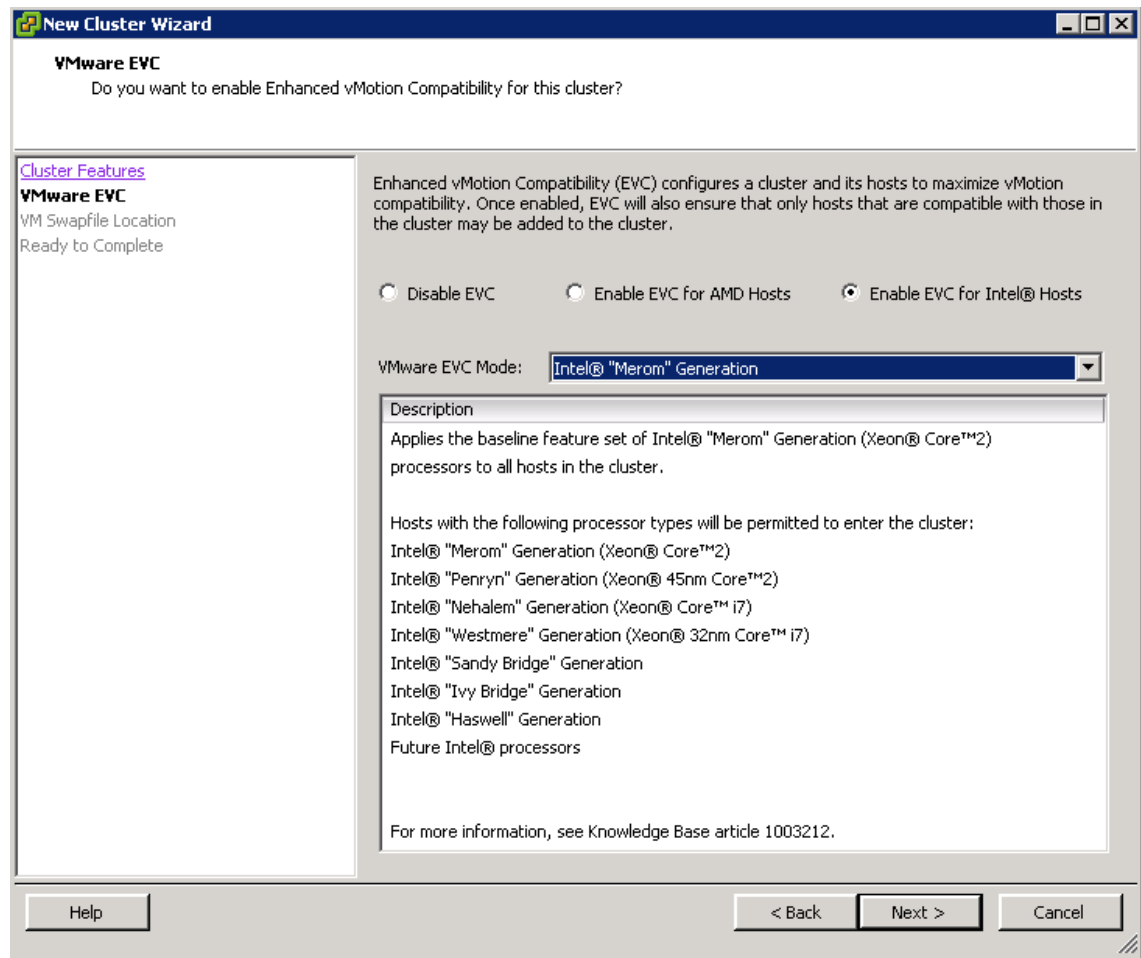
Datacenter klusterin luominen:



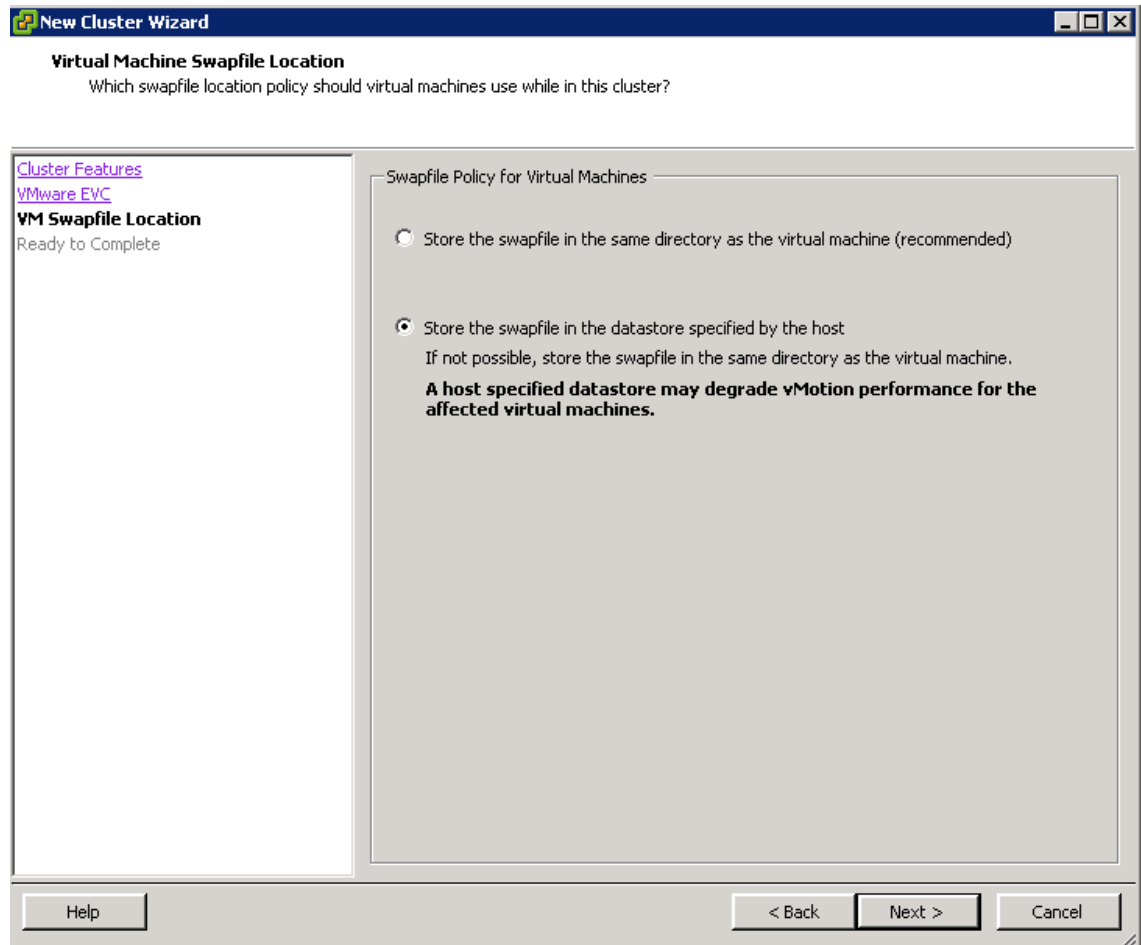
Otetaan etäyhteys hallintapalvelimelle ja luodaan datacenter.



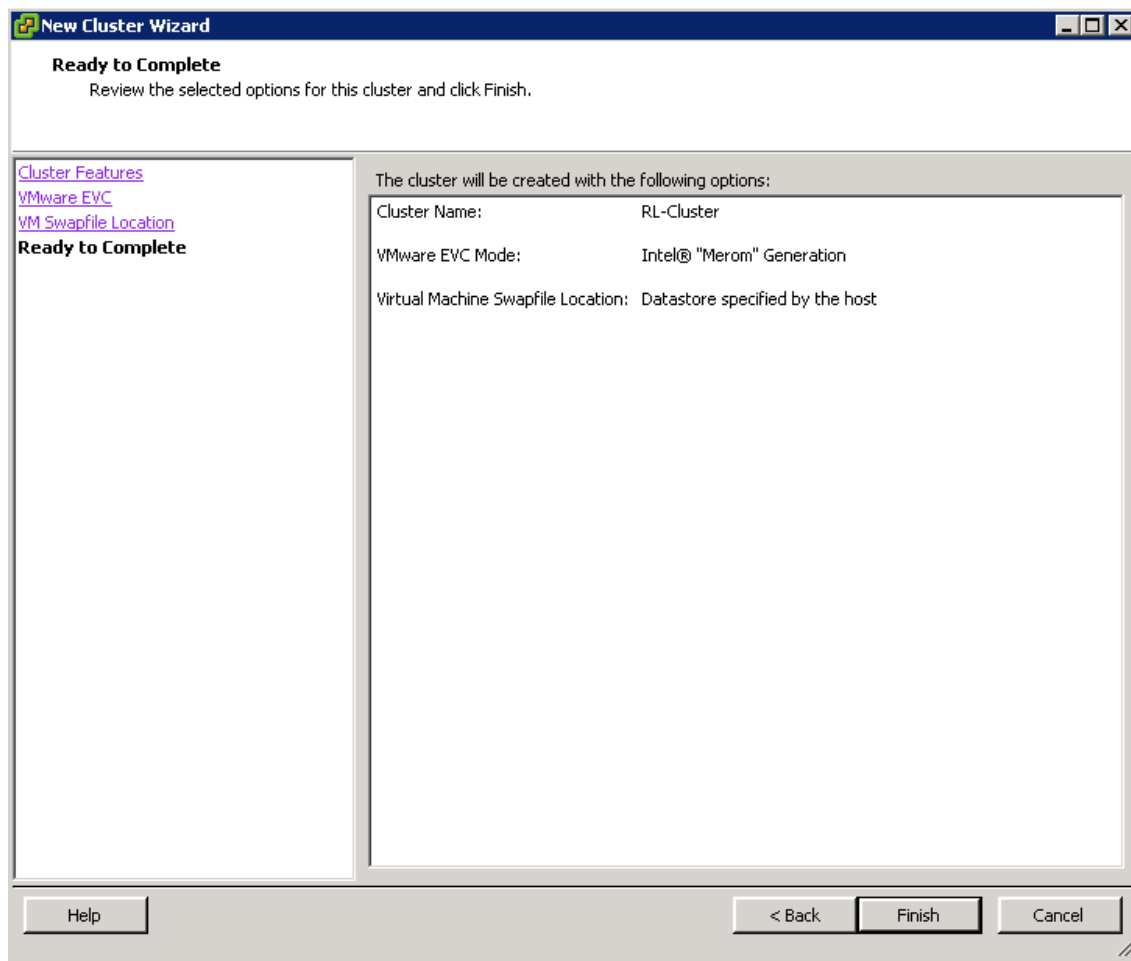
Nimetään klusteri. Esim. 'RL-Cluster'. Valitaan 'Next'.



Valitaan listasta vanhin prosessori, jotta klusteri toimisi mahdollisimman monen laitteen kanssa. Valitaan 'Next'.



Säilötään Swapfile tallennuslaitteella ja valitaan 'Next'.

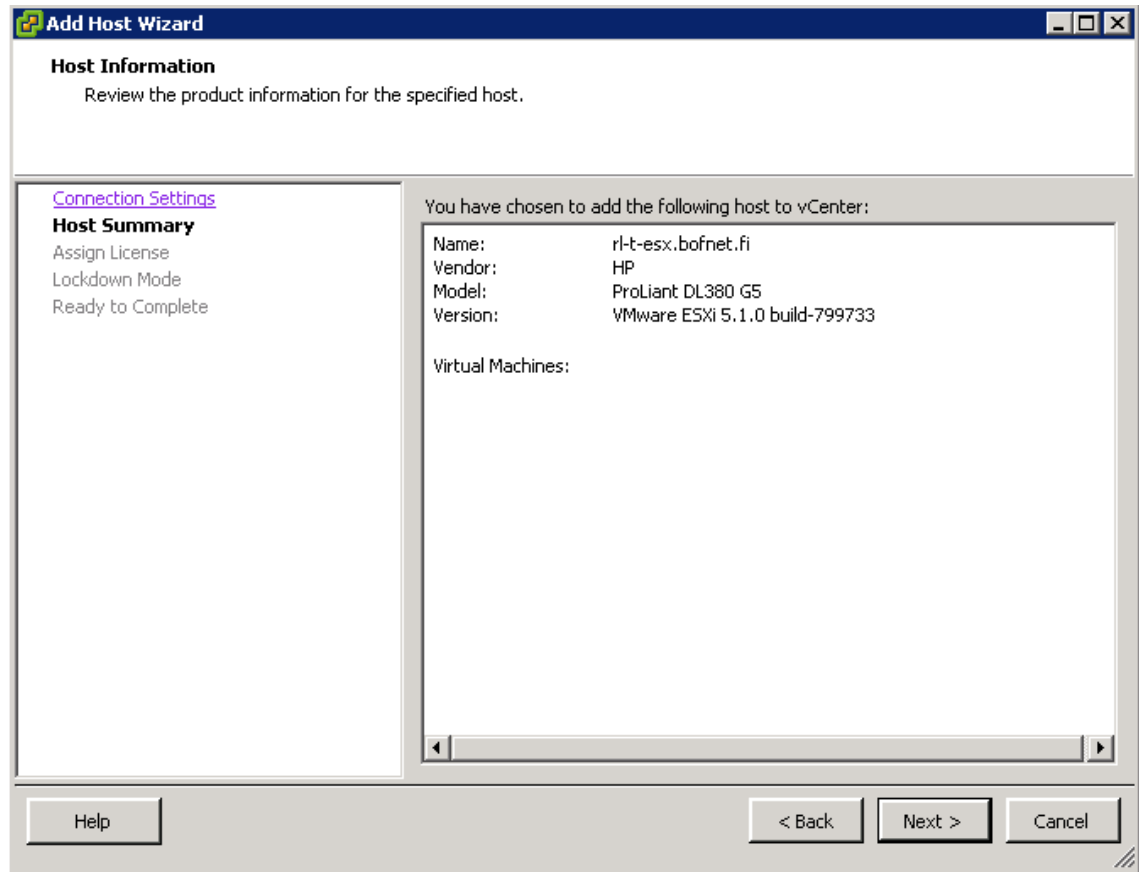


Yhteenveto valinnoista yllä. 'Finish'.

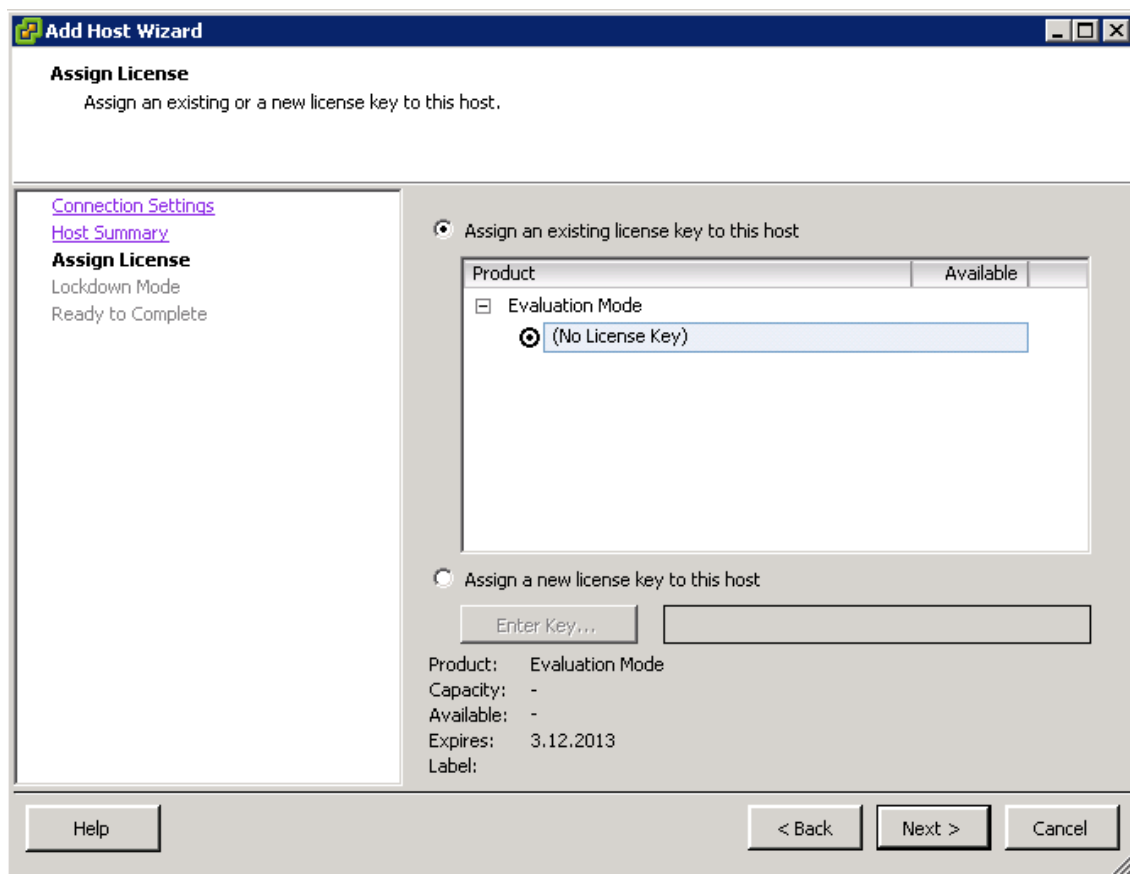
Isäntäkoneen lisäys hallintapalvelimelle:

The screenshot shows a Windows-style dialog box titled "Add Host Wizard" with a sub-header "Specify Connection Settings". Below the sub-header is the instruction "Type in the information used to connect to this host." The dialog is divided into two main sections. On the left, a "Connection Settings" sidebar shows "Host Summary" and "Ready to Complete". The main area contains two sections: "Connection" and "Authorization". The "Connection" section prompts the user to "Enter the name or IP address of the host to add to vCenter." and has a text input field containing "rl-t-esx.bofnet.fi". The "Authorization" section prompts the user to "Enter the administrative account information for the host. vSphere Client will use this information to connect to the host and establish a permanent account for its operations." It includes a "Username:" field with "root" and a "Password:" field with masked characters "*****". At the bottom, there are three buttons: "Help", "< Back", and "Next >", along with a "Cancel" button in the bottom right corner.

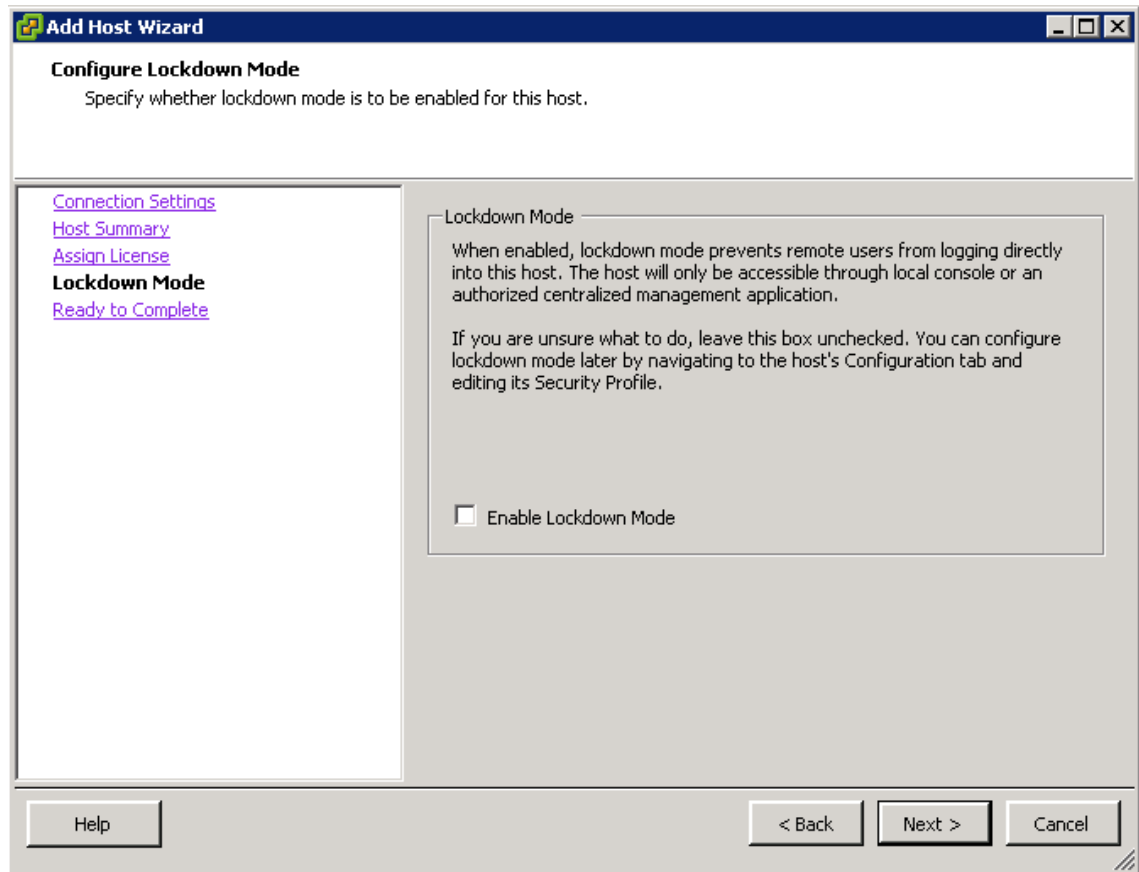
Lisätään isäntäkone hallintapalvelimelle. Kirjoitetaan Host nimi esim. 'rl-t-esx.bofnet.fi'. Tässä vaiheessa kysytään isäntäkoneen asennusvaiheessa määrittelemäämme käyttäjätunnusta ja salasanaa. Jatketaan painamalla 'Next'.



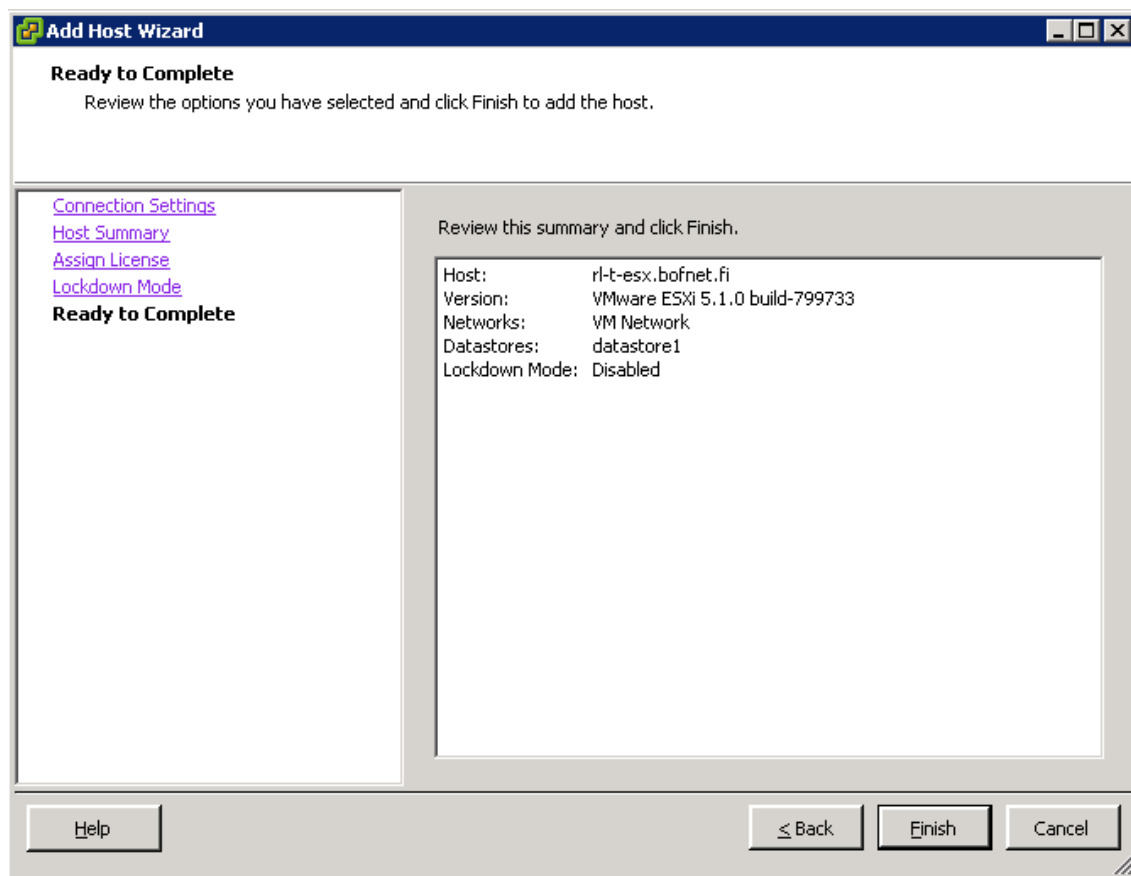
Antaa automaattisesti isäntäkoneen tiedot. Jatketaan eteenpäin 'Next'.



Kysyy lisenssiä. Mennään eteenpäin 'Next'.

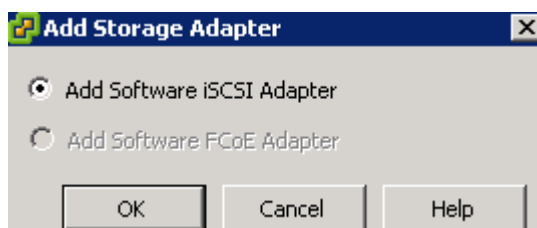


Ei valita lockdown modea, sillä muuten käyttäjät eivät voi kirjautua isäntäkoneelle etänä. Eteenpäin 'Next'.

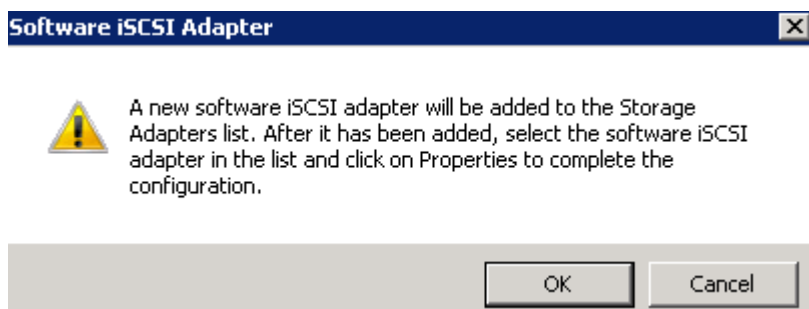


Yllä yhteenveto valinnoista ja 'Finish'. Isäntäkone on nyt listätty hallintapalvelimelle.

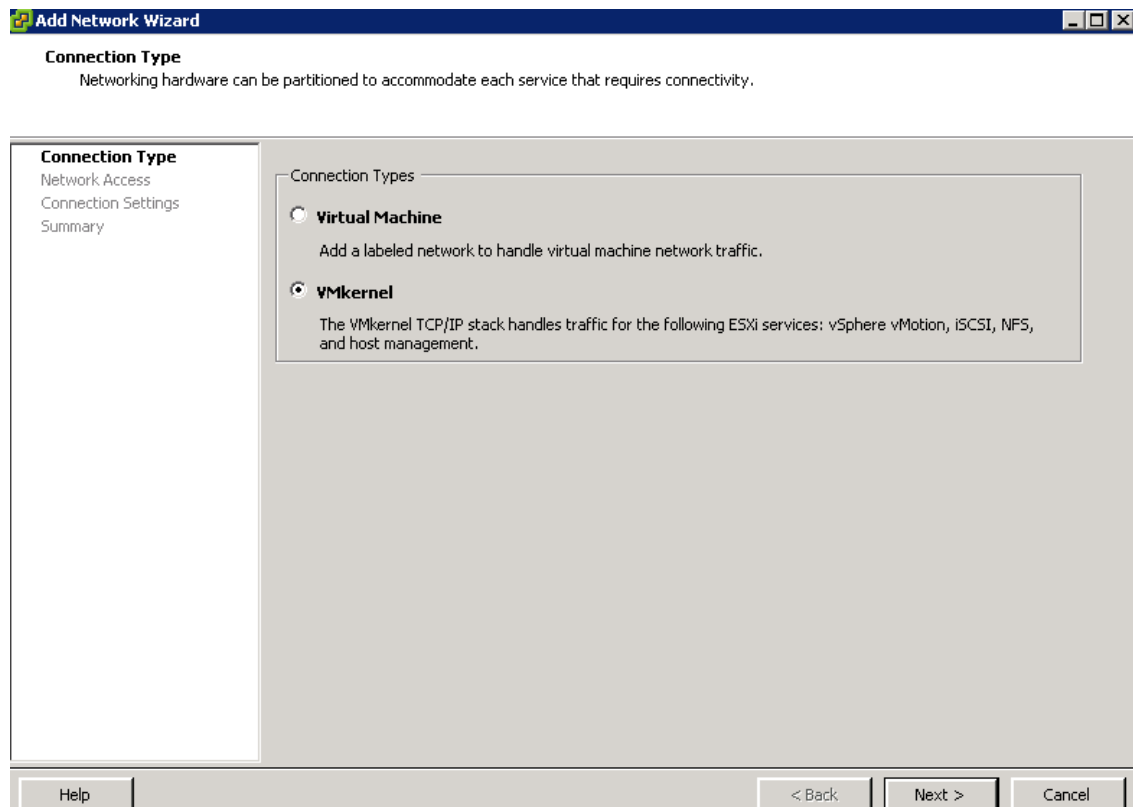
Tallennuslaitteen lisäys hallintapalvelimelle:



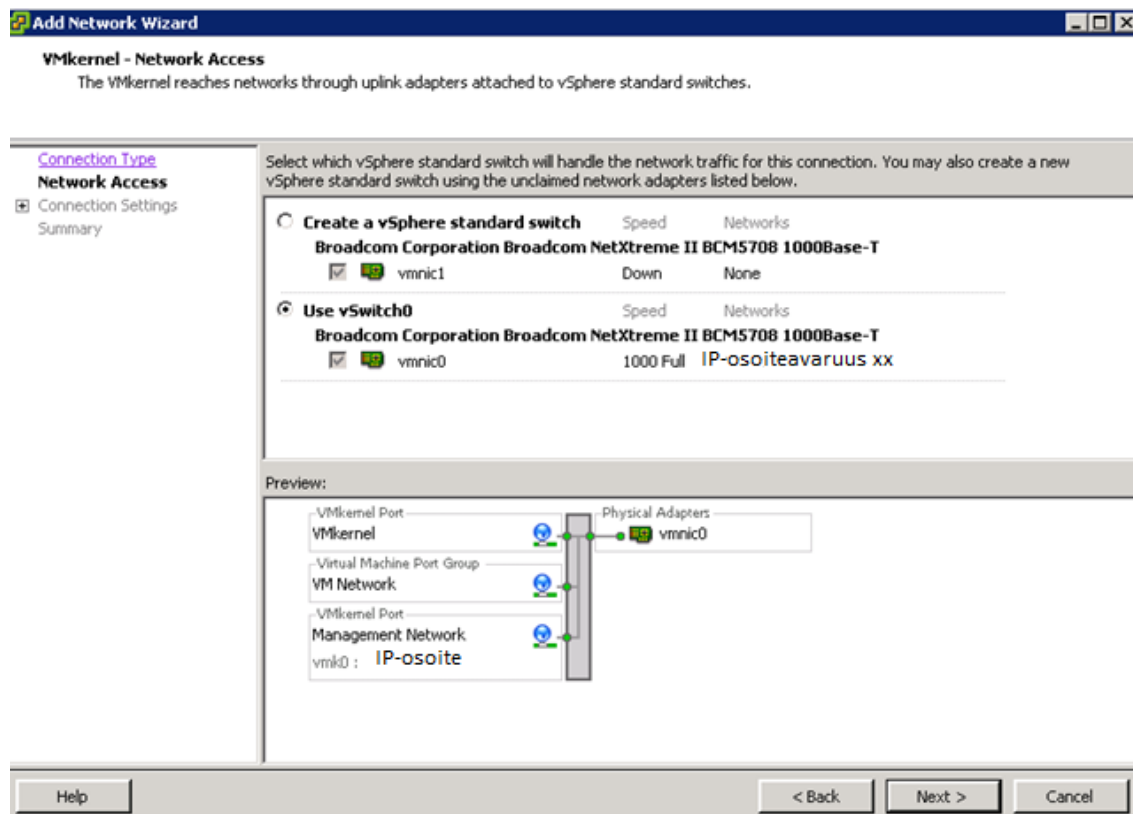
Hallintapalvelimella valitaan Add Storage Adapter ja painetaan 'OK'.



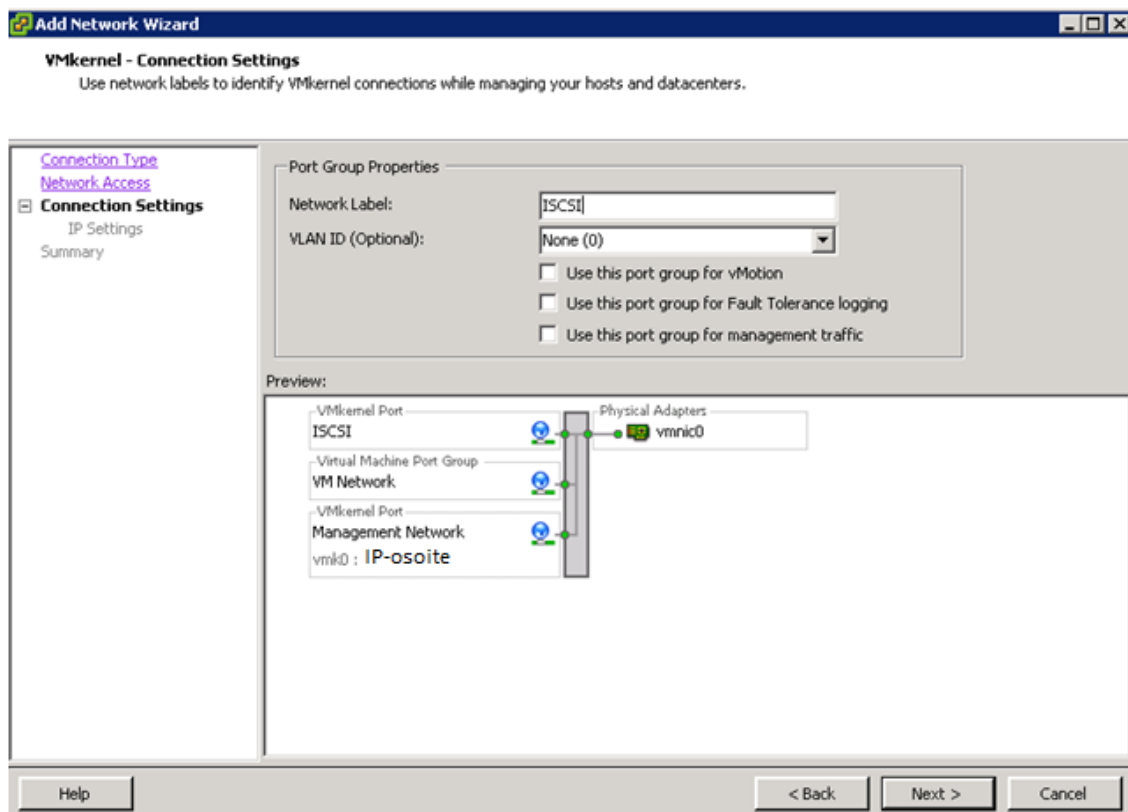
Ilmoitus: lisäasetuksista tulisi määrittellä ohjelmisto iSCSI adapteri. Jatketaan 'OK'.



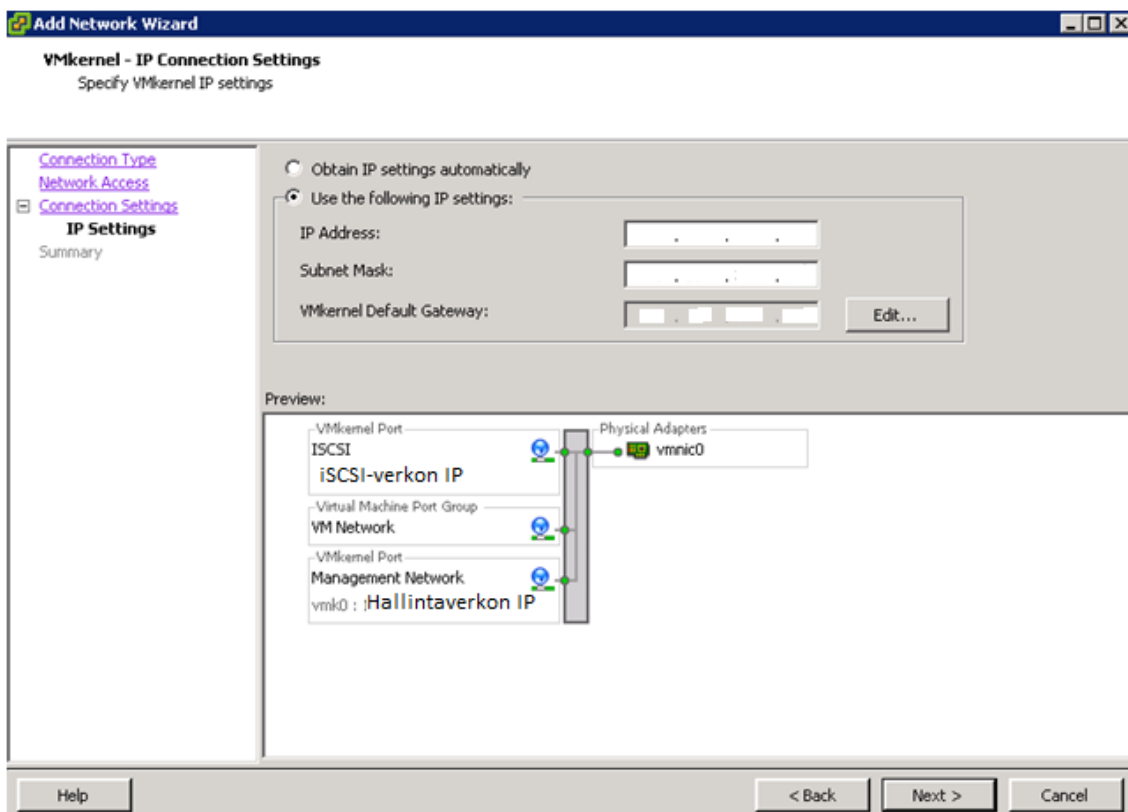
Valitaan VMkernel ja jatketaan 'Next'.



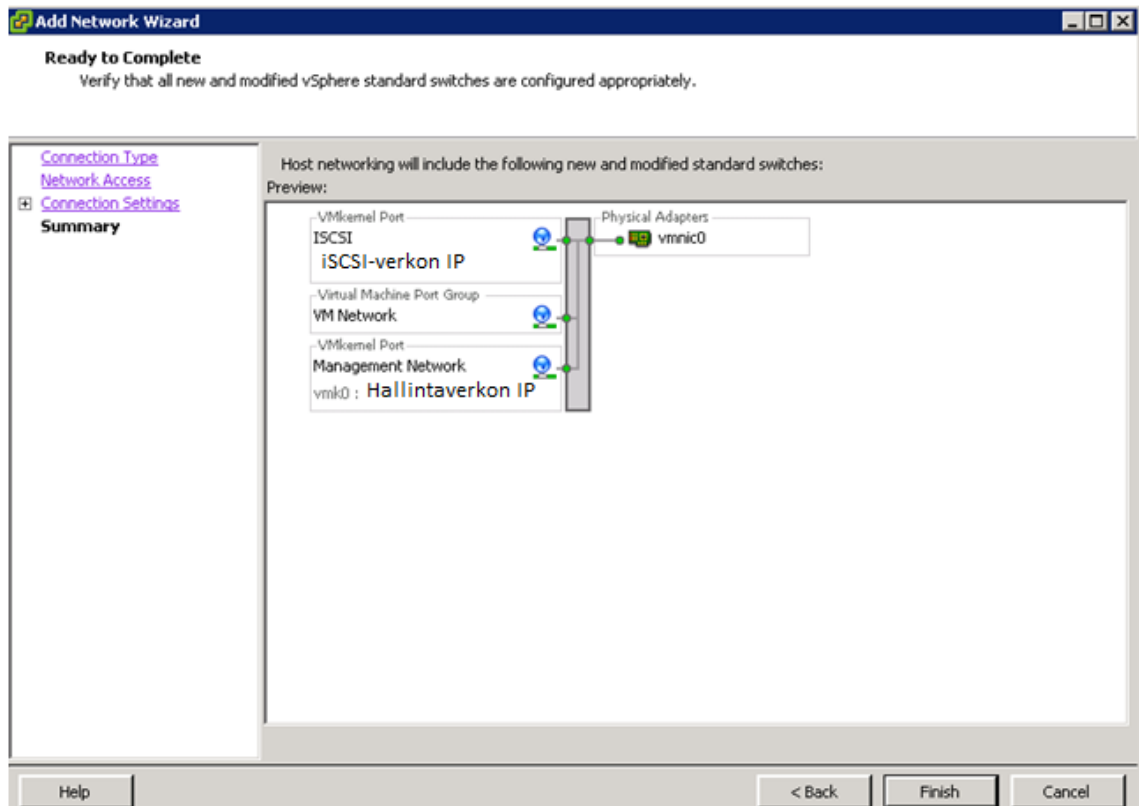
Kuvassa näkyvät nykyiset verkot, IP-osoitteet ovat tarkoituksella poistettu. Jatketaan seuraavaan vaiheeseen painamalla 'Next'.



Sitten määritellään verkon Label, 'ISCSI' eteenpäin 'Next'.

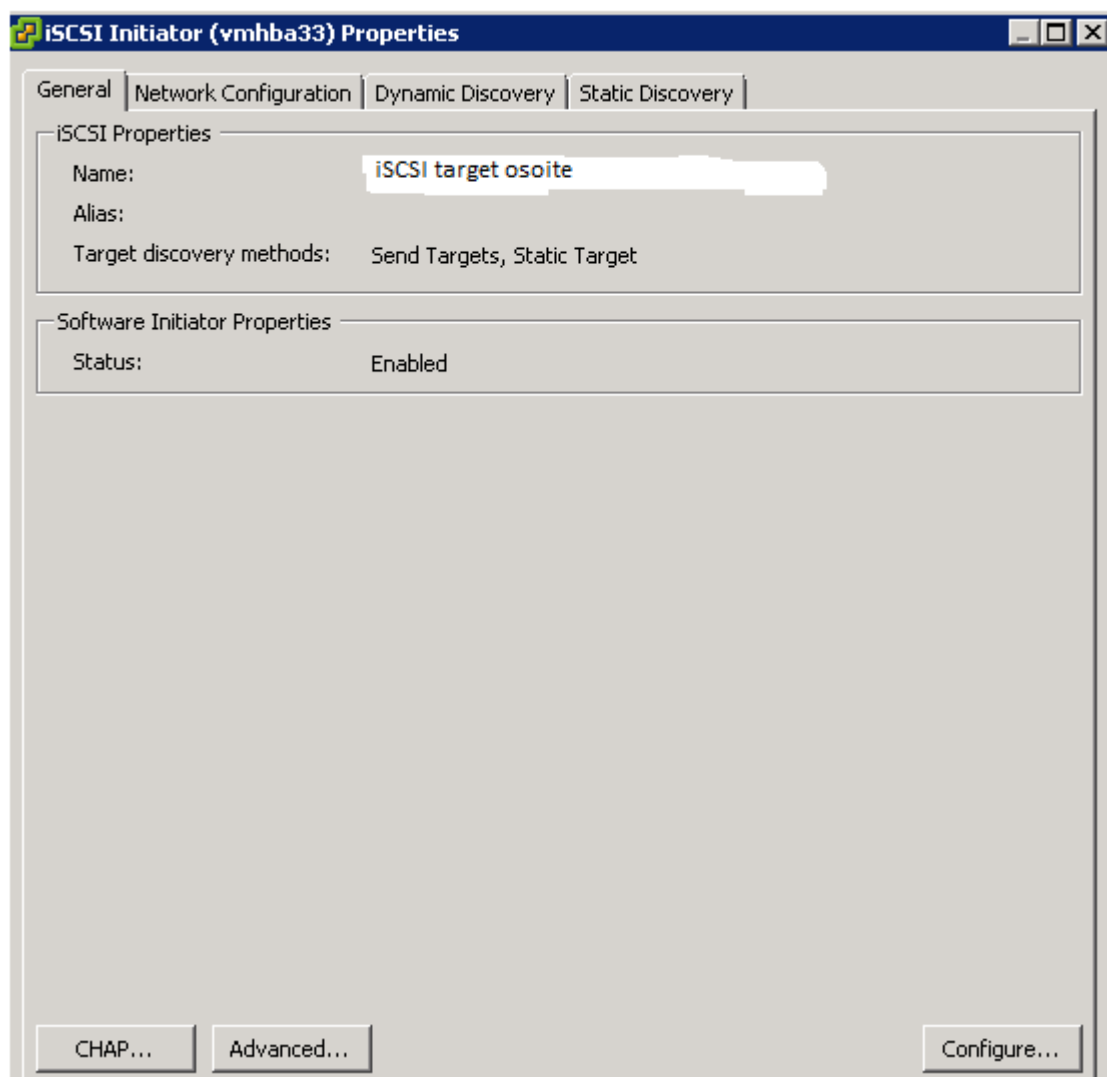


Määritellään iSCSI verkolle IP-osoite. Kuvasta IP-osoitteet Suomen Pankin pyynnöstä poistettu. Syötettyämme IP-osoitteen ja aliverkon peitteen menemme eteenpäin 'Next'.

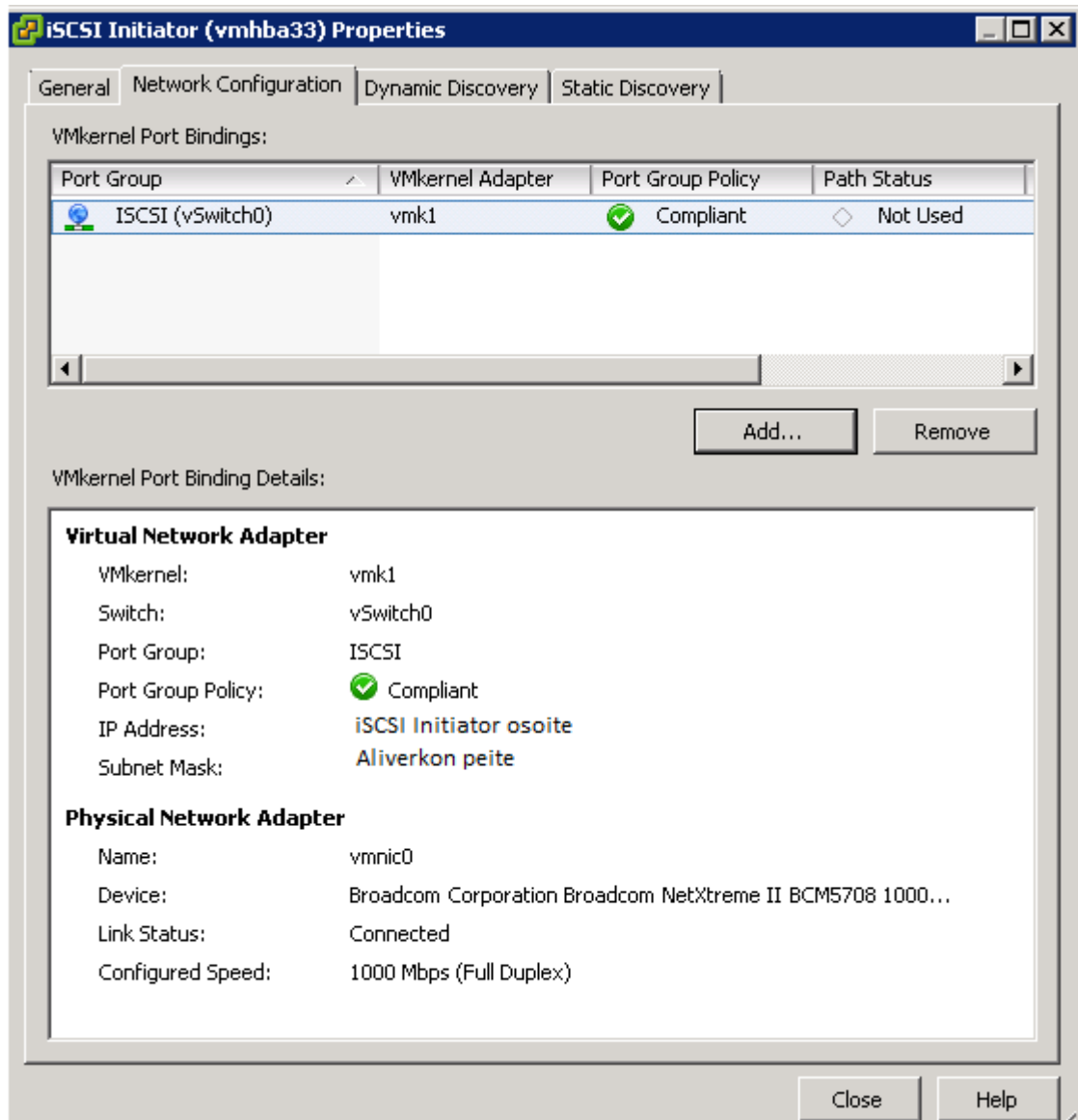


Yhteenvedossa näkyvät juuri tekemämme muutokset verkkoon. Viimeistellään muutokset painamalla 'Finish'.

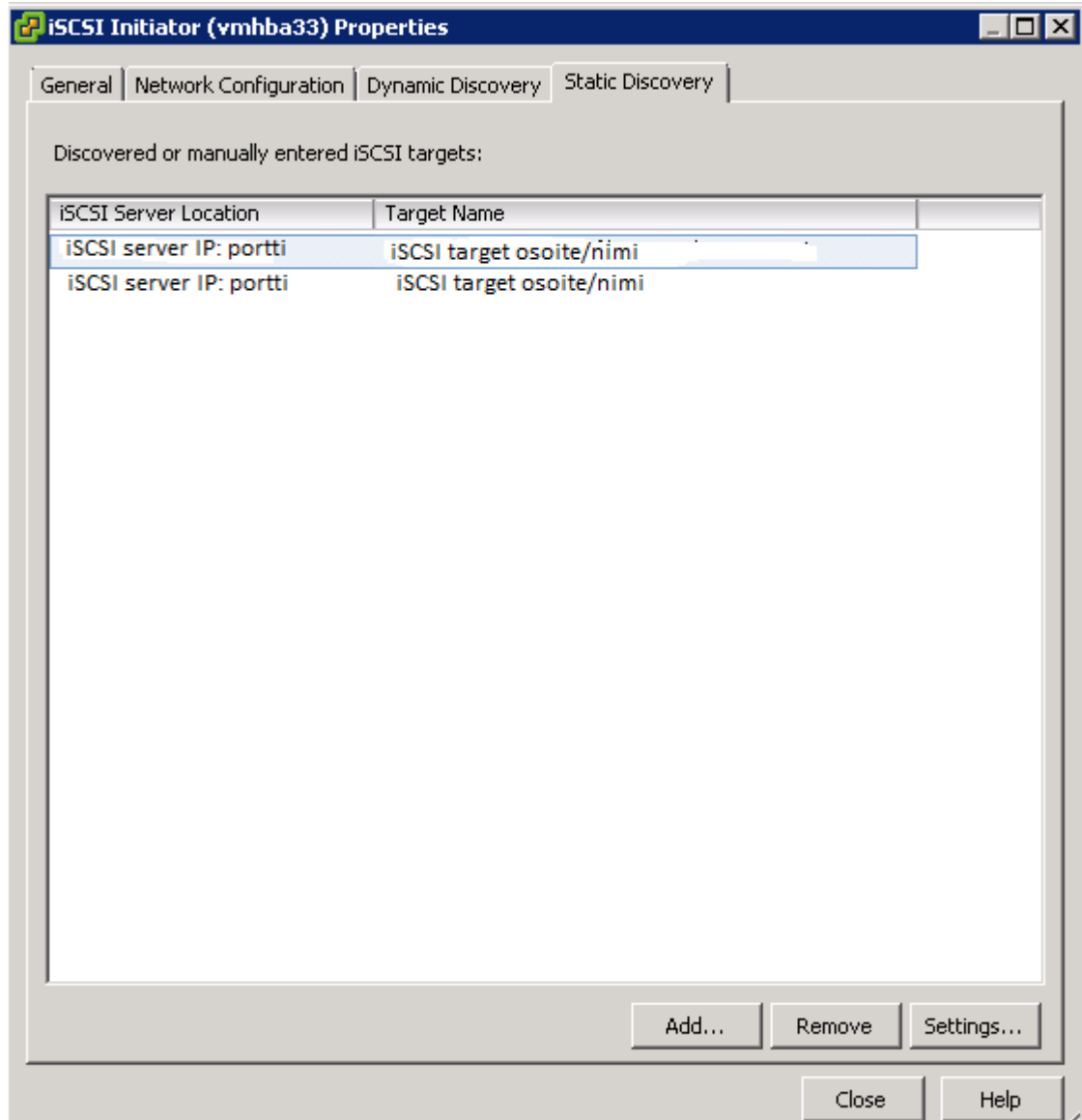
Seuraavaksi määrittelemme iSCSI-target osoitteen, Openfilerin asennuksen yhteydessä käyttämämme osoitteen mukaan. Tämä sen takia että laitteet keskustelisivat keskenään.



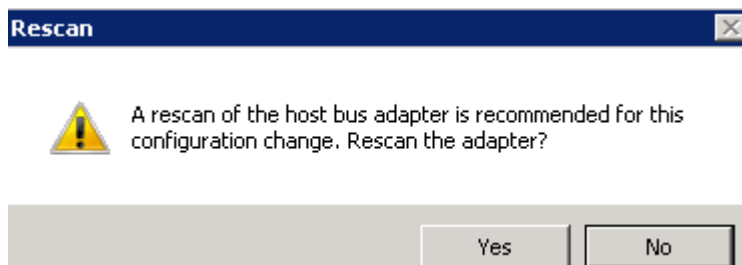
Olemme iSCSI:n lisäasetuksissa. Tarkistetaan että target osoite täsmää.



Kuvassa näkyy kuinka iSCSI Virtual Network Adapter on lisätty.

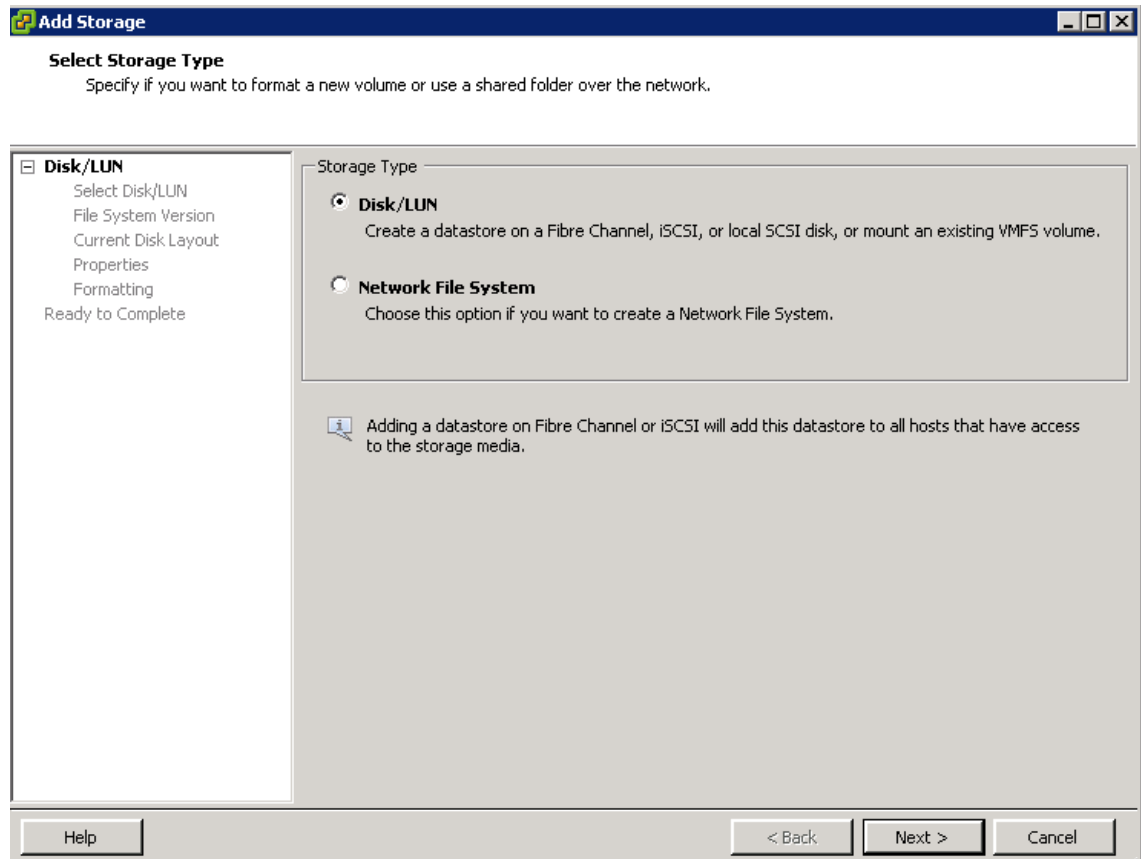


Etsitään iSCSI serverin IP ja portti. Tämä osoite on staattinen jotta yhteys laitteeseen pysyy ennallaan.

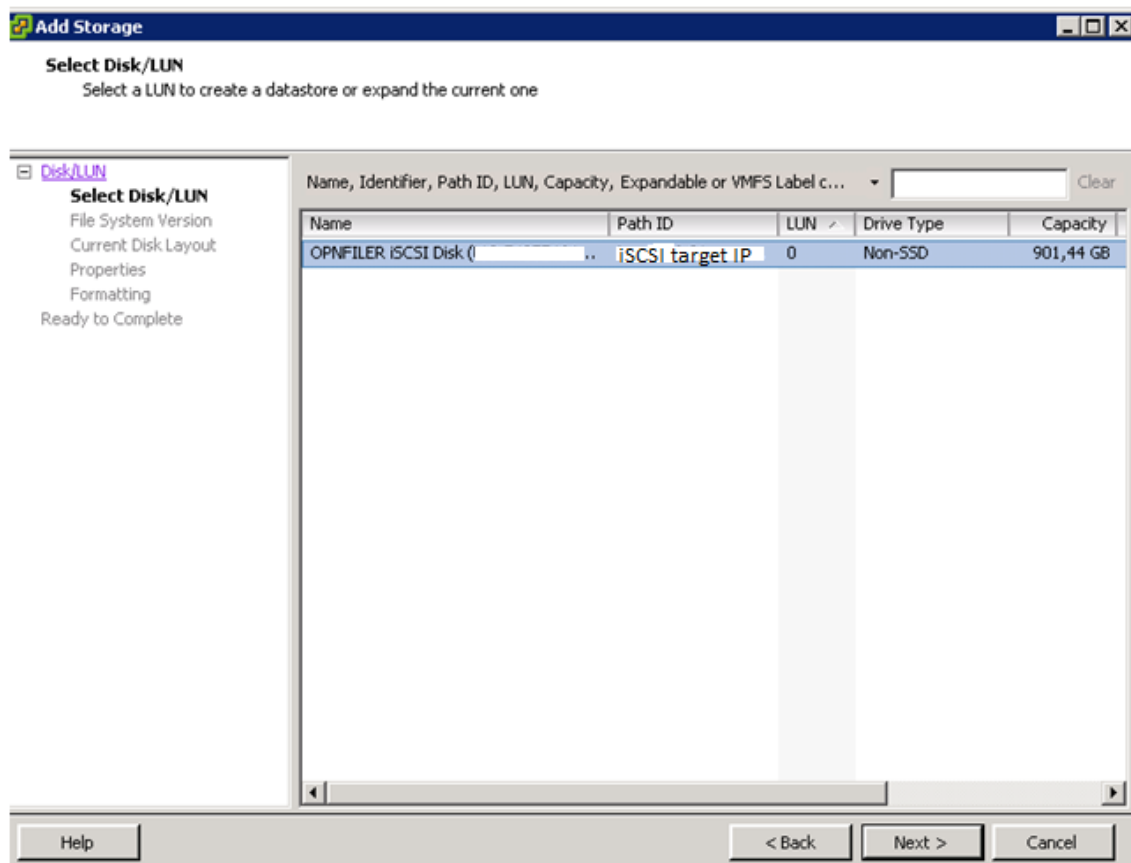


Tulee ilmoitus jossa käy ilmi että adapteri tulisi skannata uudelleen jotta määitykset astuvat voimaan. Painetaan 'Yes'.

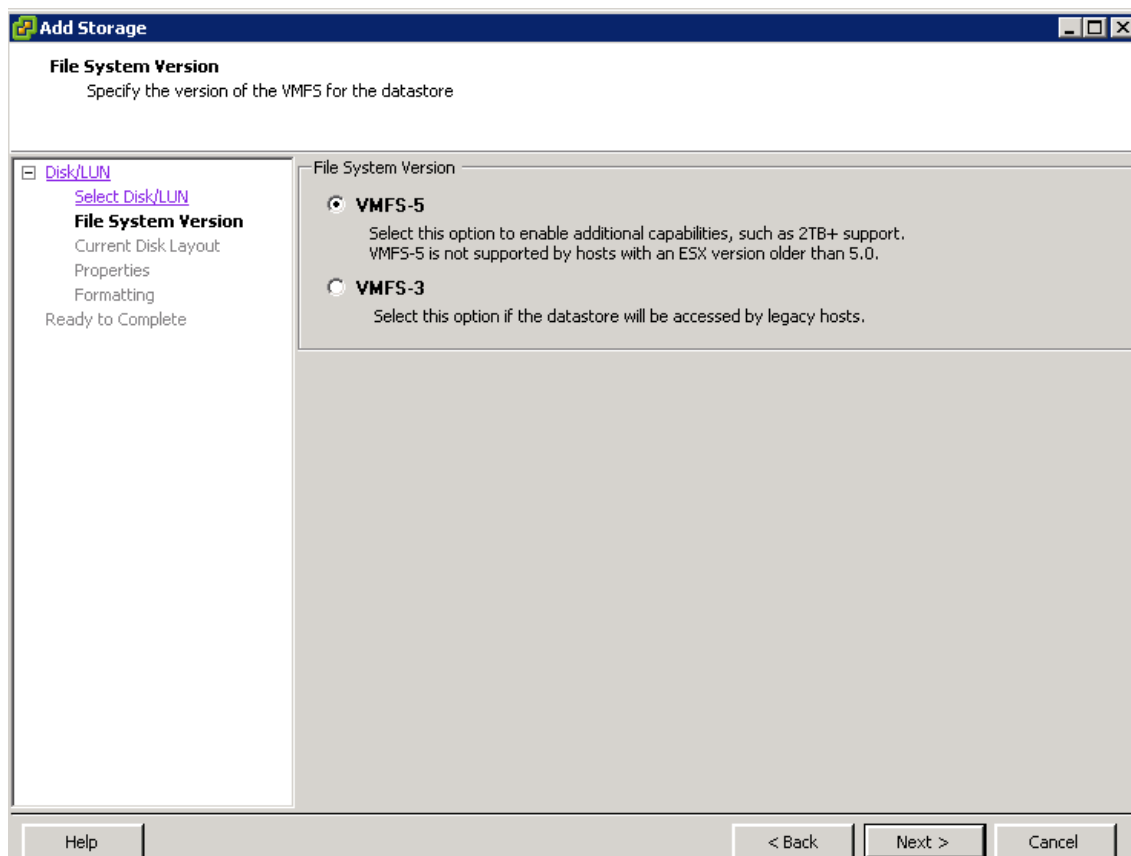
Kun verkko saatu kuntoon. On aika lisätä Storage hallintapalvelimelle.



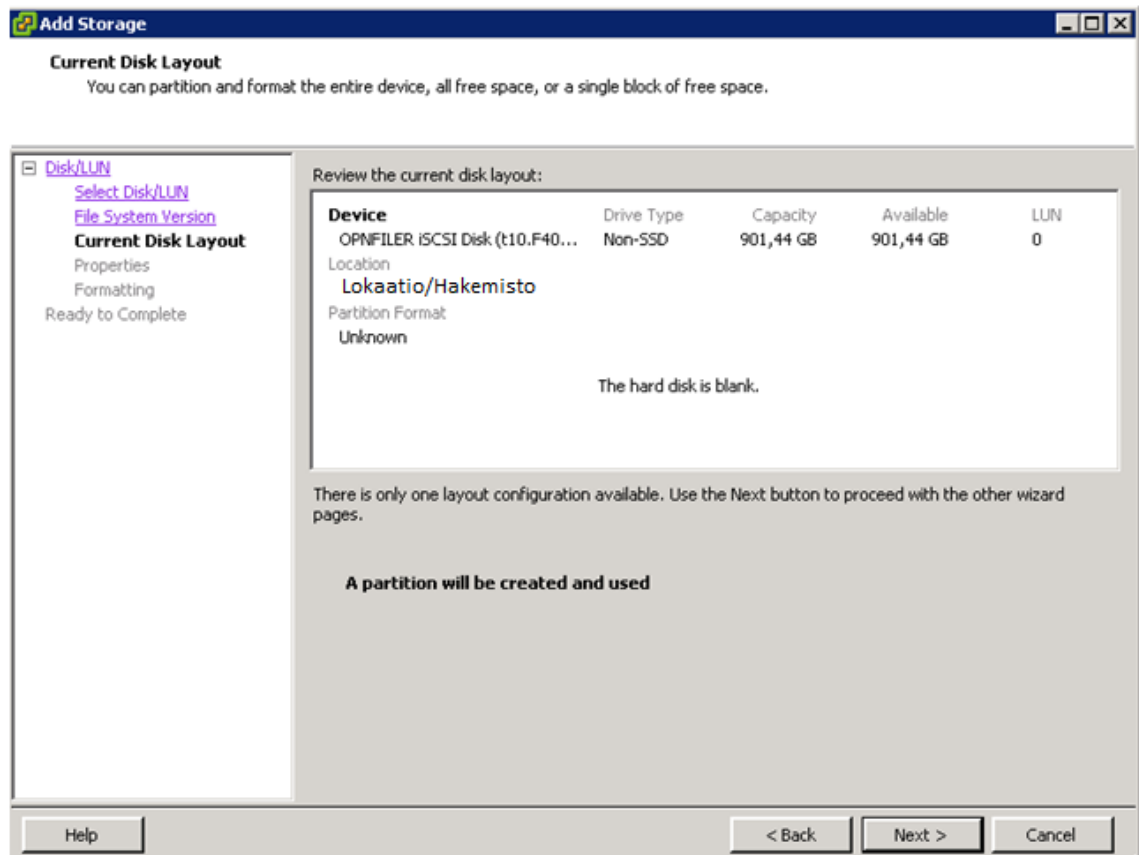
Valitaan 'Disk/LUN' ja painetaan 'Next'.



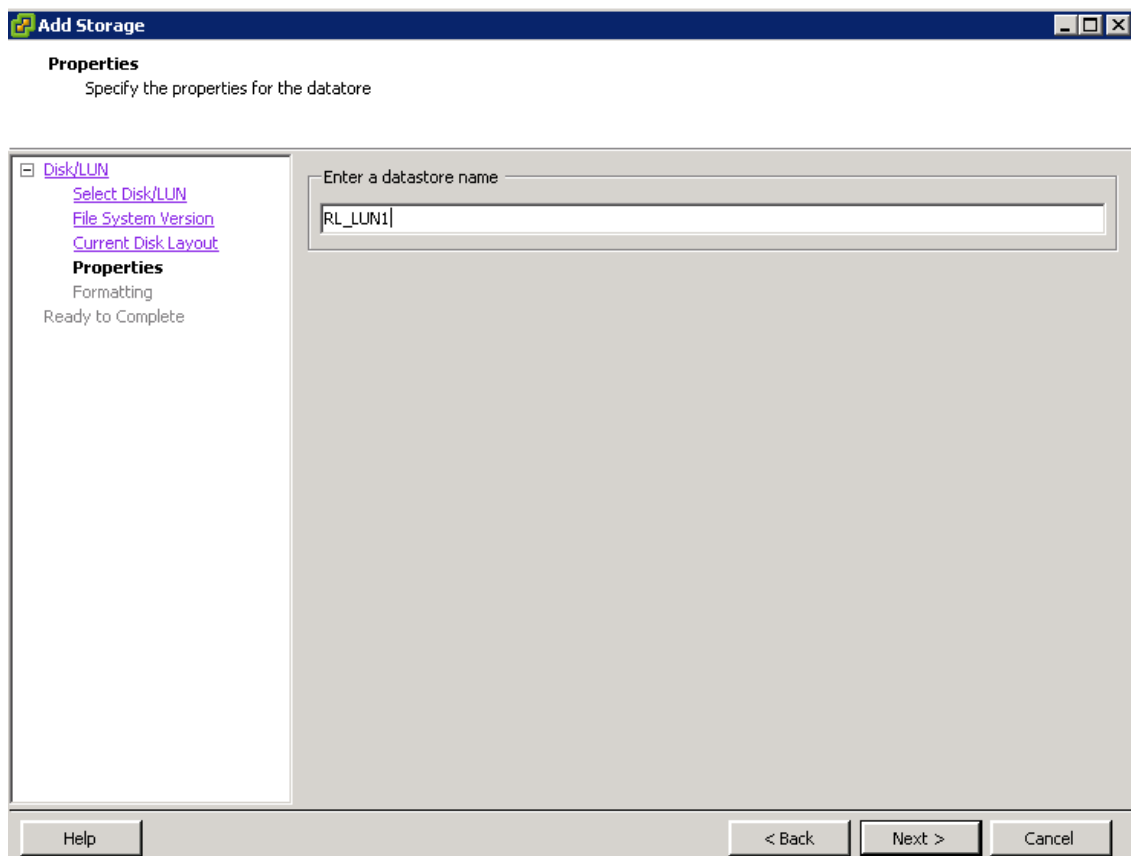
Valitaan listasta 'OPNFILER iSCSI Disk' ja jatketaan eteenpäin 'Next'.



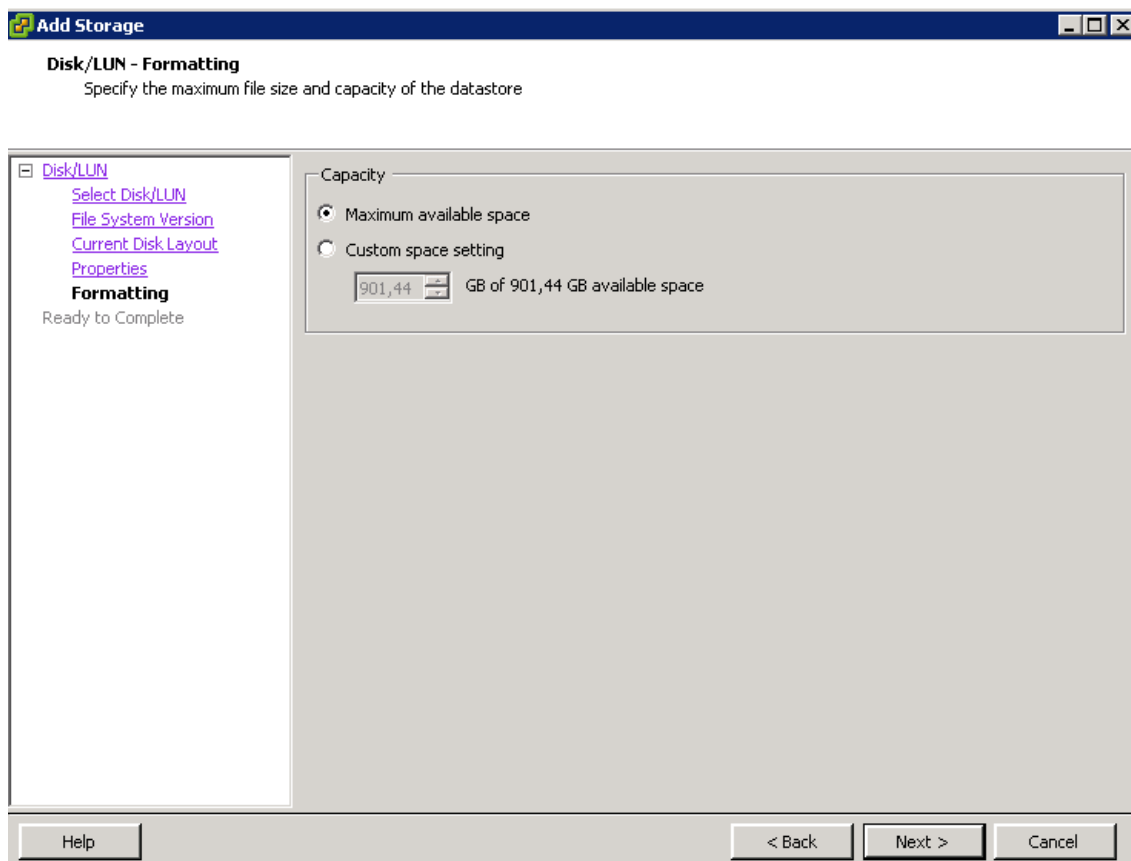
Valitaan VMFS-5 koska sen skaalautuvuus ja suorituskyky paljon parempi kuin VMFS-3. 'Next'.



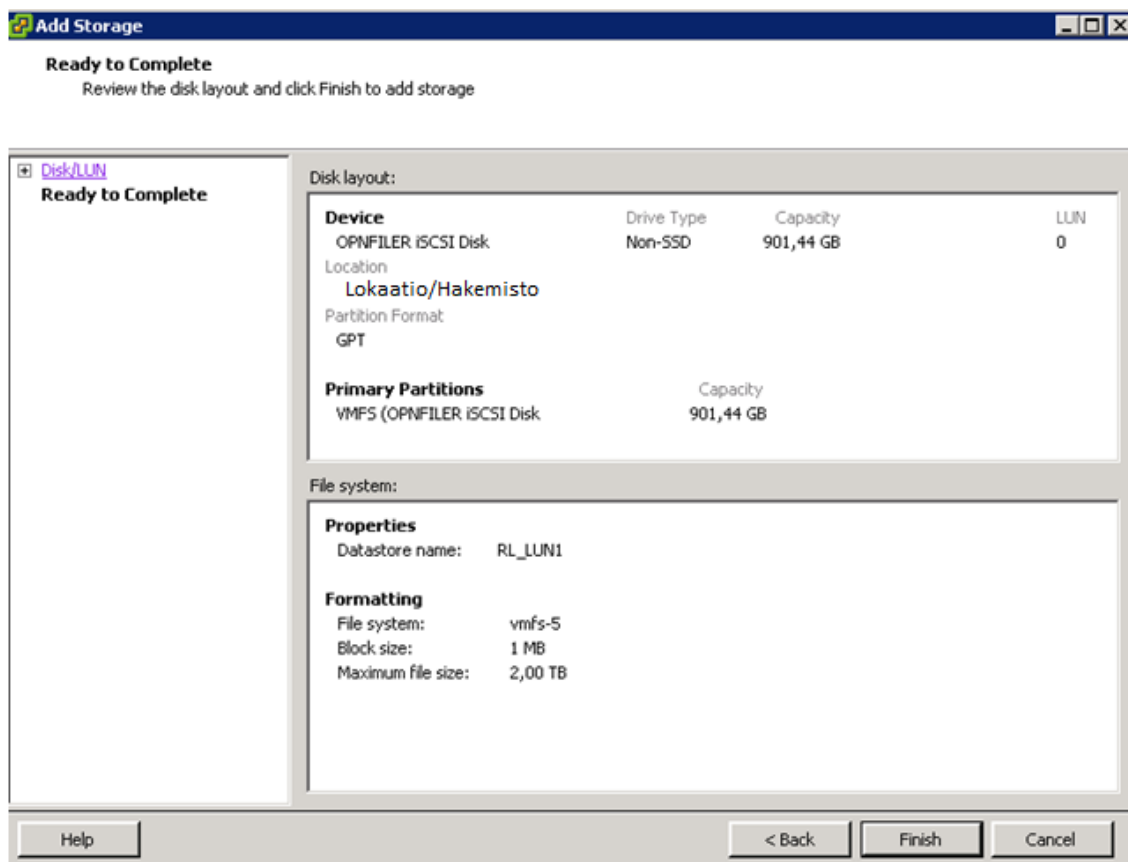
Kuvassa näkyy laite/laitteet. Eteenpäin 'Next'.



Annetaan datastore:lle nimi esim. 'RL_LUN1'. 'Next'.



Valitaan käytettäväksi kaikki mahdolliset tallennusresurssit. Sitten 'Next'.

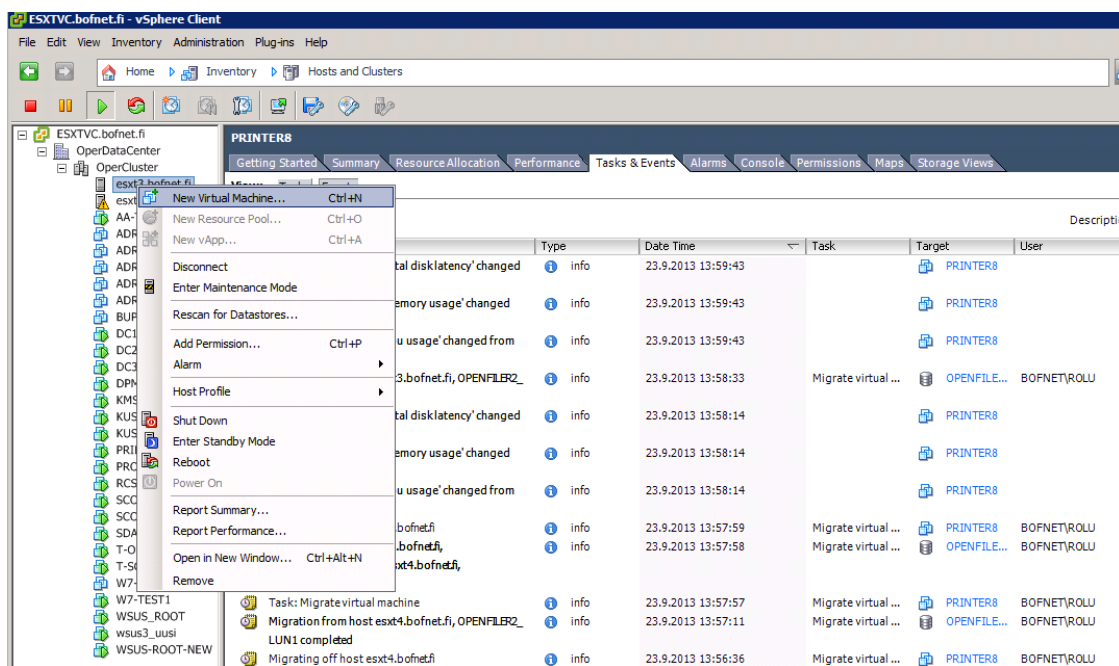


Kuvassa näkyvät yhteenvetona valinnat, viimeistellään valinnat painamalla 'Finish'. Näin hallintapalvelimelle on asennettuna isäntäkone, tallennuslaite sekä määritelty verkot näille laitteille. Hiekkalaatikko olisi näin ollen valmiina käytettäväksi. Seuraavassa liitetiedostossa konvertoidaan virtuaalikoneita hiekkalaatikolle.

Liite 5: Virtuaalikoneen luominen ja virtuaalikoneen konversio hiekkalaatikolle

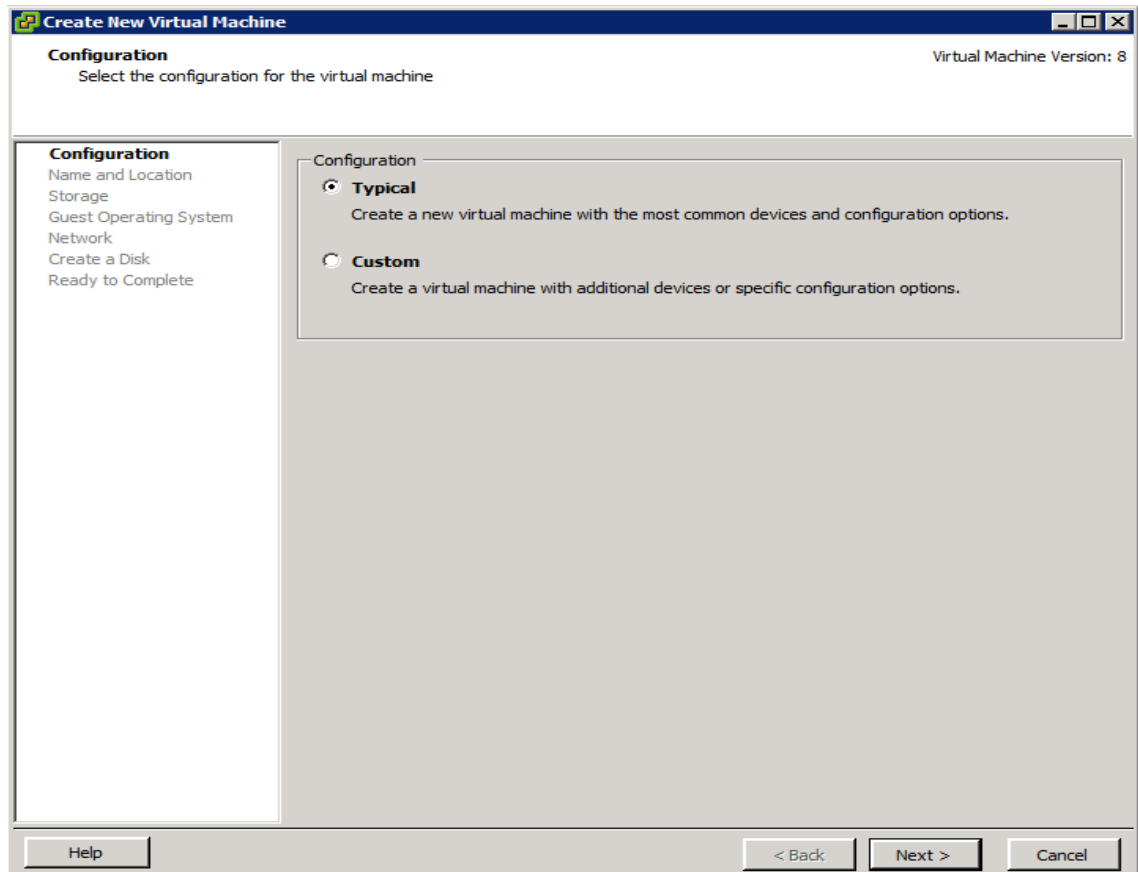
Tässä ohjeessa luodaan jo valmiiseen hiekkalaatikko ympäristöön testikone. Ohjeessa myös suoritetaan virtuaalikoneen konversio tuotantoympäristöstä hiekkalaatikolle. Aloitetaan virtuaalikoneen luonnista.

Virtuaalikoneen luonti:

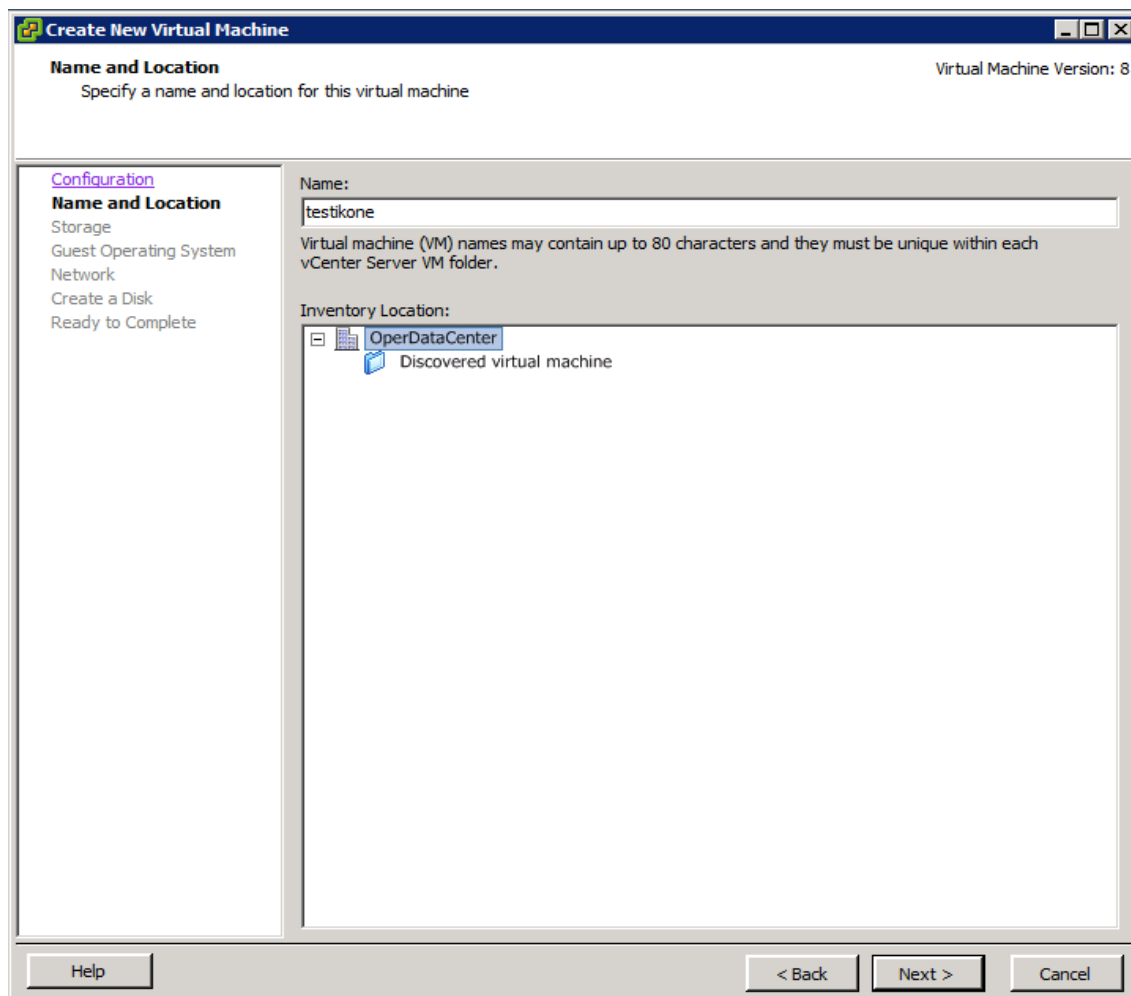


Type	Date Time	Task	Target	User
info	23.9.2013 13:59:43	Printer8	PRINTER8	
info	23.9.2013 13:59:43	Printer8	PRINTER8	
info	23.9.2013 13:59:43	Printer8	PRINTER8	
info	23.9.2013 13:58:33	Migrate virtual ...	OPENFILE...	BOFNET\ROLU
info	23.9.2013 13:58:14	Printer8	PRINTER8	
info	23.9.2013 13:58:14	Printer8	PRINTER8	
info	23.9.2013 13:58:14	Printer8	PRINTER8	
info	23.9.2013 13:57:59	Migrate virtual ...	PRINTER8	BOFNET\ROLU
info	23.9.2013 13:57:58	Migrate virtual ...	OPENFILE...	BOFNET\ROLU
info	23.9.2013 13:57:57	Migrate virtual ...	PRINTER8	BOFNET\ROLU
info	23.9.2013 13:57:11	Migrate virtual ...	OPENFILE...	BOFNET\ROLU
info	23.9.2013 13:56:36	Migrate virtual ...	PRINTER8	BOFNET\ROLU

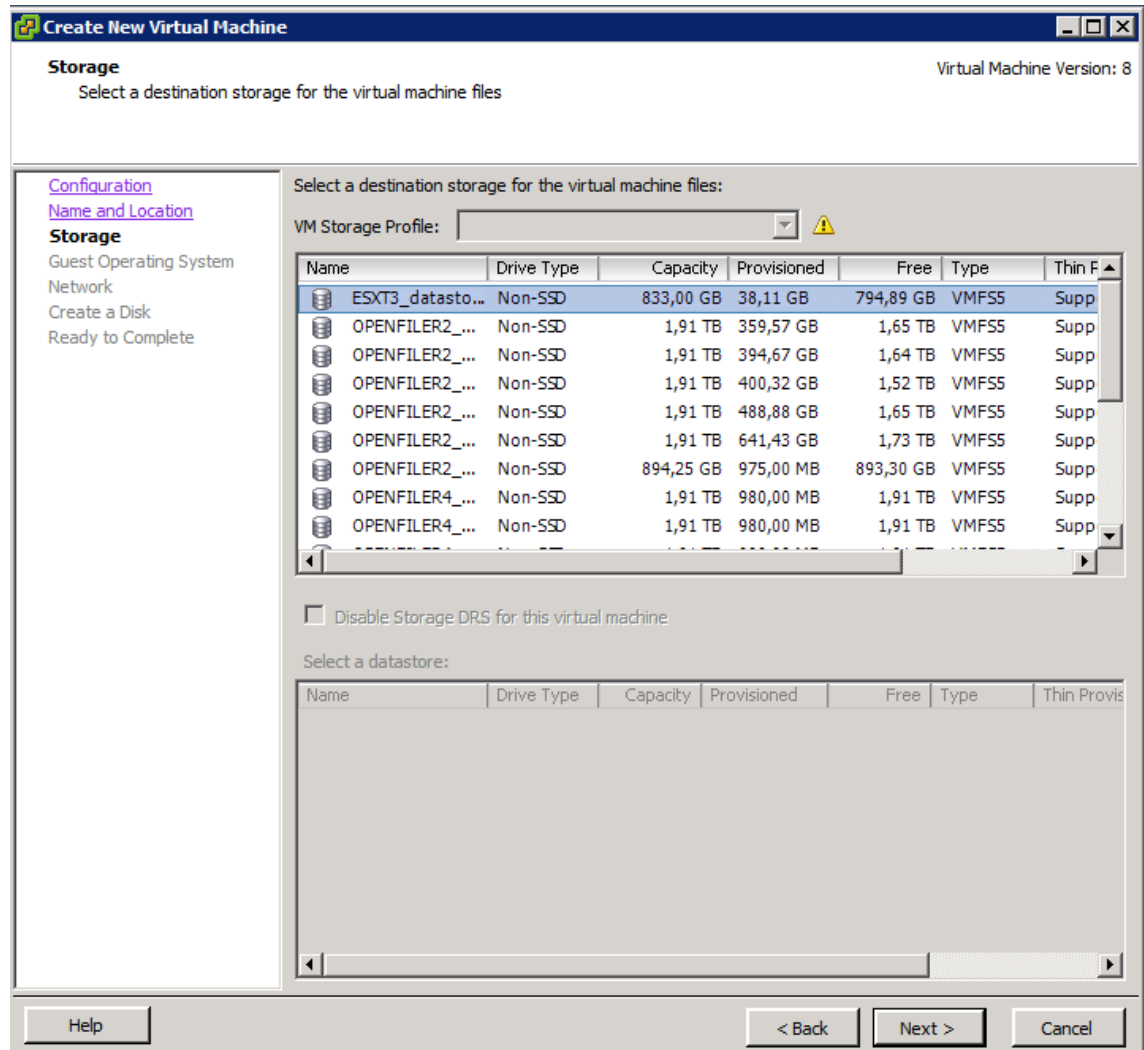
Luodaan virtuaalikone isäntäkoneelle esxtvc3. Valitaan 'New Virtual Machine'.



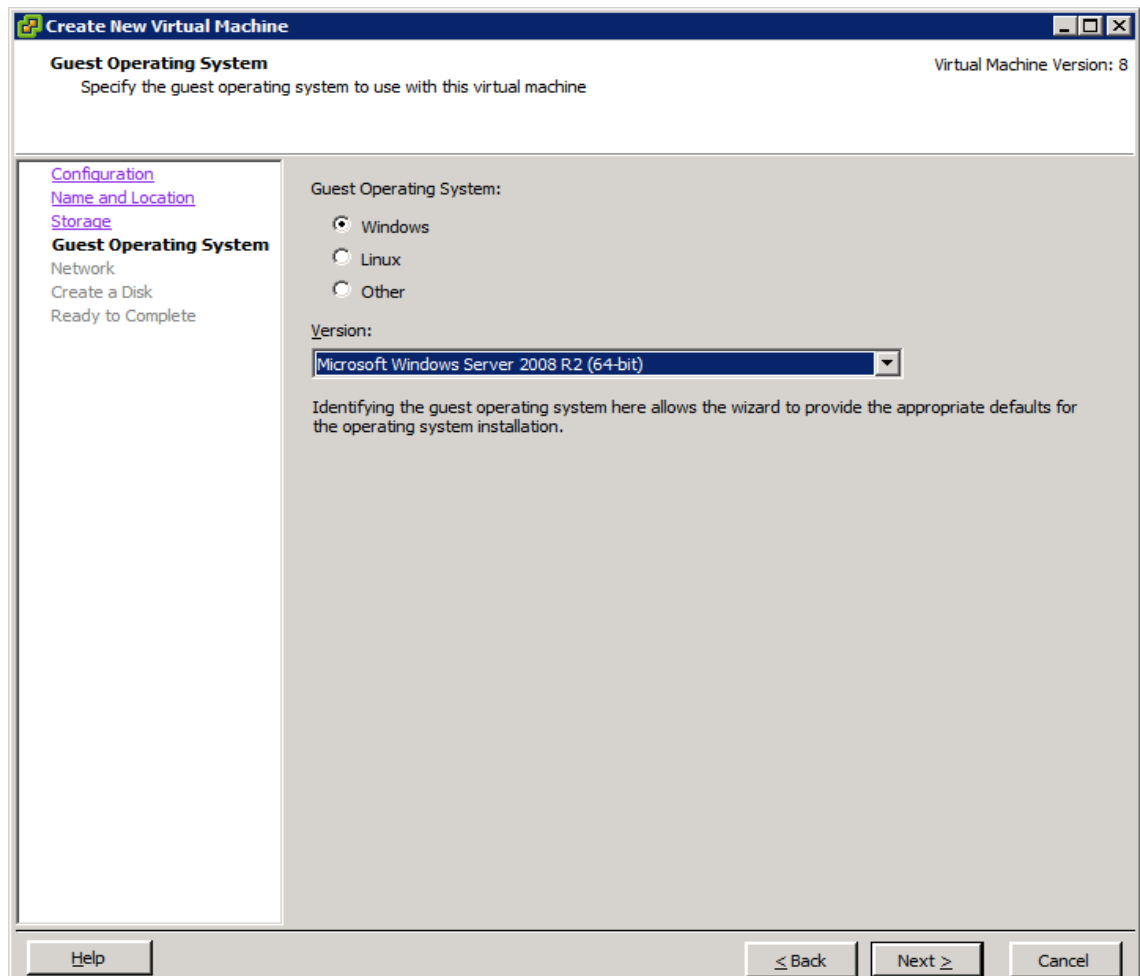
Aloitetaan Configuration-kohdasta ja määritellään konfiguraatio virtuaalikoneelle. Eteenpäin painamalla 'Next'.



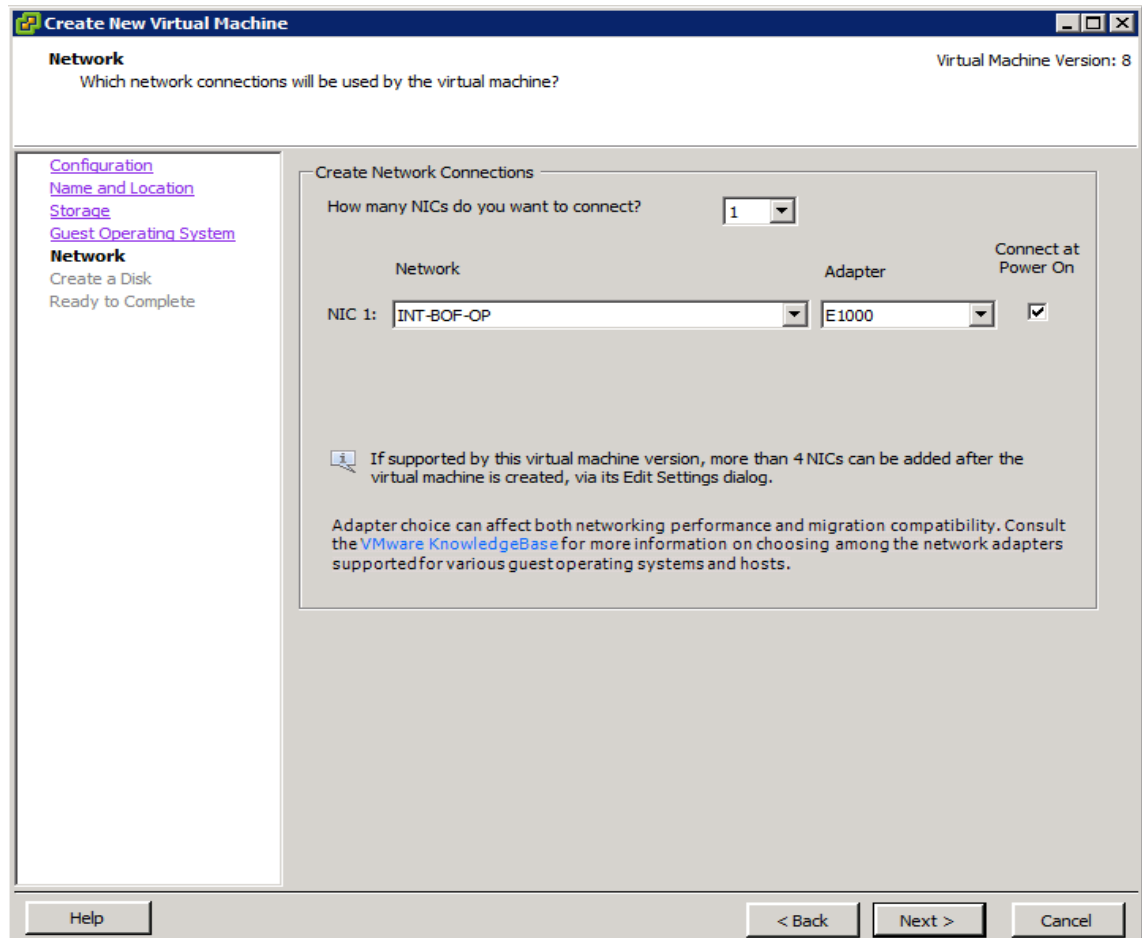
Annetaan virtuaalikoneelle nimi, tässä tapauksessa 'testikone'. Jatketaan eteenpäin 'Next'.



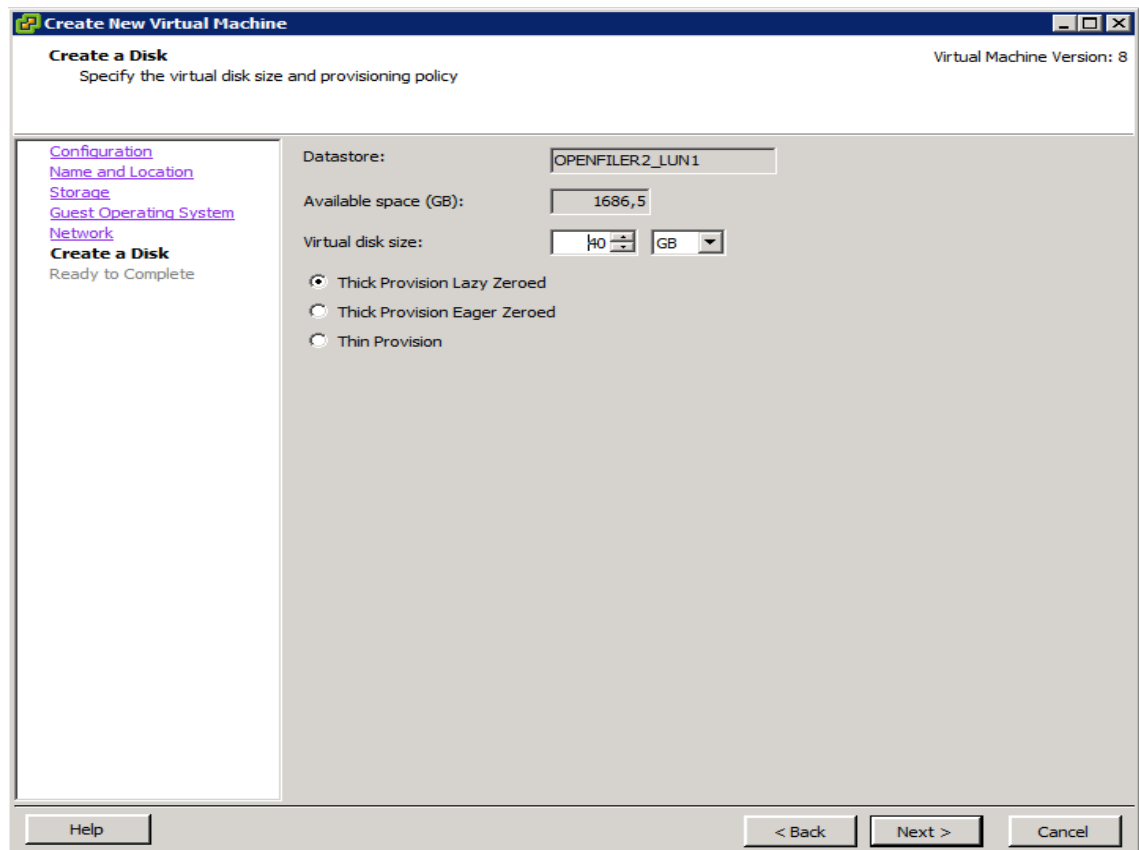
Valitaan virtuaalikoneelle tallennuslaite. Openfiler 2, 4 tai 6. Eteenpäin 'Next'.



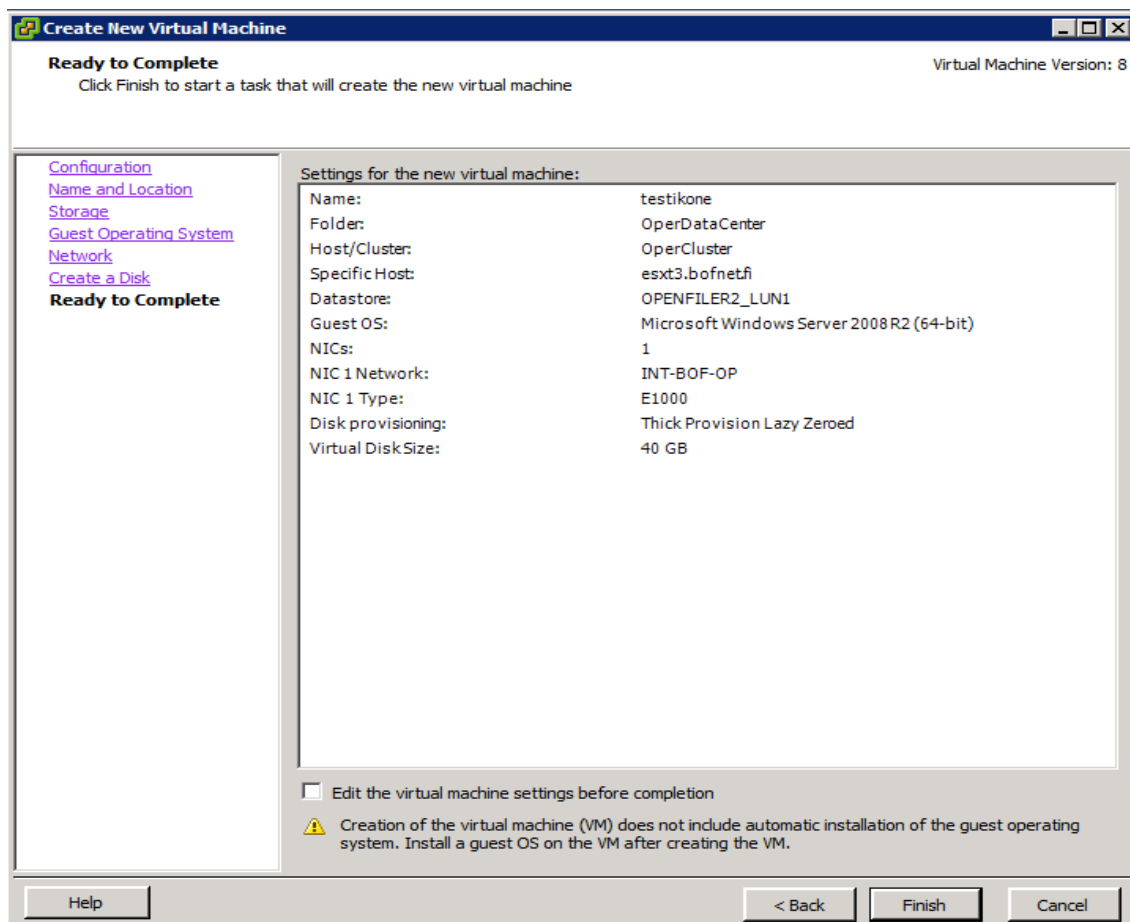
Valitaan virtuaalikoneen vieraskäyttäjärjestelmä. Valitaan Windows ja Microsoft Windows Server 2008 R2, 64 bittinen versio. Eteenpäin valinta 'Next'.



Valitaan virtuaalikoneen verkkoadapteri. Jatketaan eteenpäin 'Next'.



Kun olemme jo valinneet tallennuslaitteen 'Openfiler 2', niin vielä määritellään virtuaaliko-
neen kovalevyn koko. Käytetään pientä levyä 40GB. Valinta 'Next'.



Yllä on yhteenveto virtuaalikoneen konfiguraatiosta. Tässä vaiheessa voi vielä tarkistaa onko kaikki määrytykset oikein ja haluamalla tavalla. Luodaan virtuaalikone 'testikone' painamalla 'Finish' ja virtuaalikone on onnistuneesti luotu.

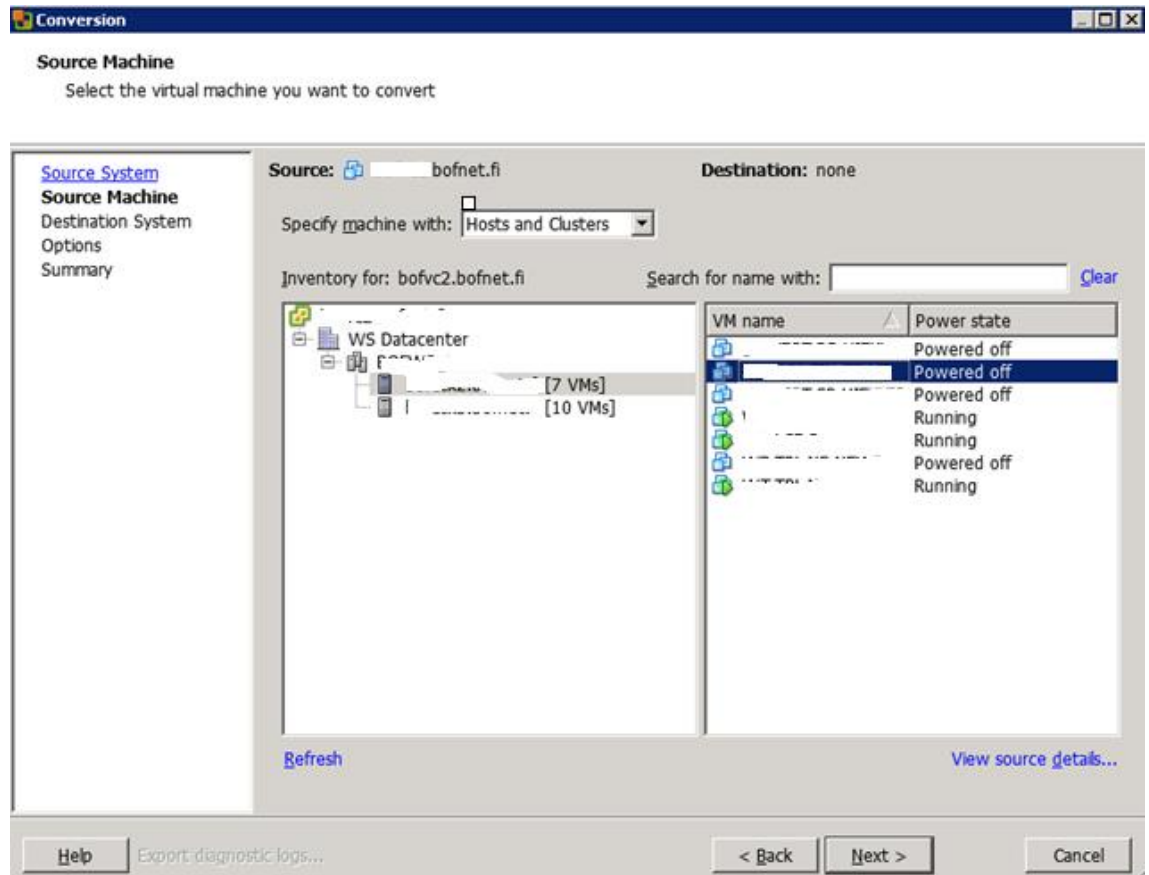
Virtuaalikoneen konversio tuotantoympäristöstä hiekkalaatikolle:



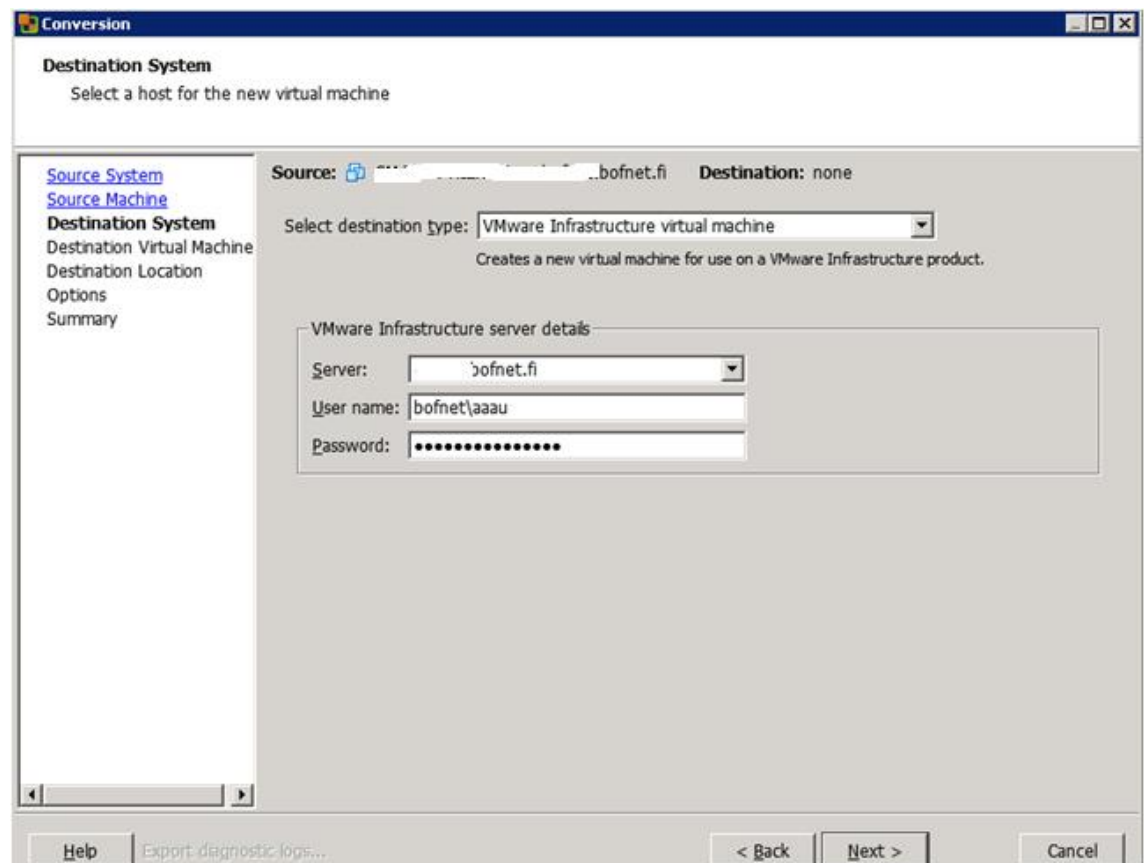
Virtuaalikoneen konversio toteutetaan VMware ohjelmalla nimeltään vCenter Converter Standalone Client. Tuplacllick avataan ohjelma.

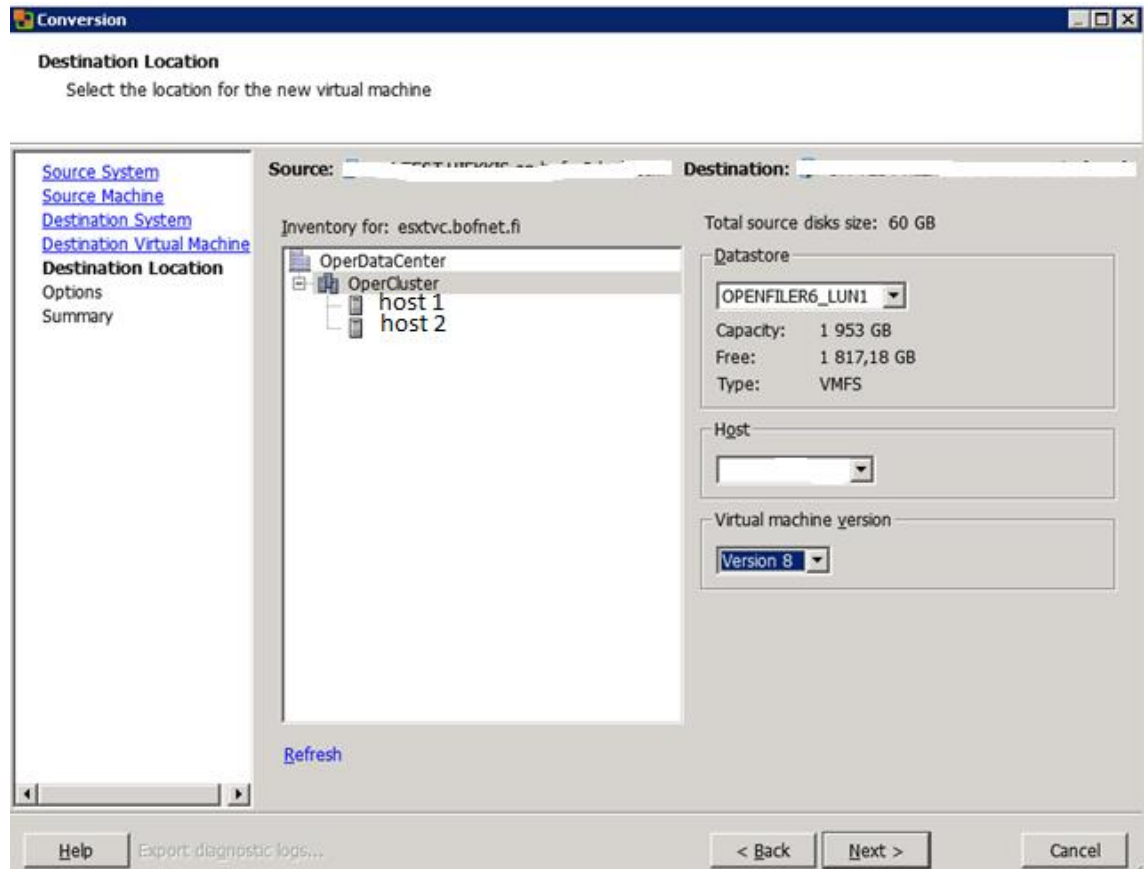
The screenshot shows a Windows-style window titled "Conversion". The main heading is "Source System" with the instruction "Select the source system you want to convert". On the left is a navigation pane with "Source System" selected. The main area shows "Source: none" and "Destination: none". A dropdown menu for "Select source type:" is set to "VMware Infrastructure virtual machine". Below it is the instruction "Convert a virtual machine from VMware VirtualCenter or VMware ESX Server." A section titled "Specify server connection information" contains three fields: "Server:" with "server.domain.fi", "User name:" with "domain\userxxx", and "Password:" with masked characters. At the bottom are buttons for "Help", "Export diagnostic logs...", "< Back", "Next >", and "Cancel".

Valitaan minkätyyppisestä koneesta on kyse. Annetaan lähdeserverin nimi, käyttäjätunnus ja salasana. Siirrytään seuraavaan vaiheeseen 'Next'.

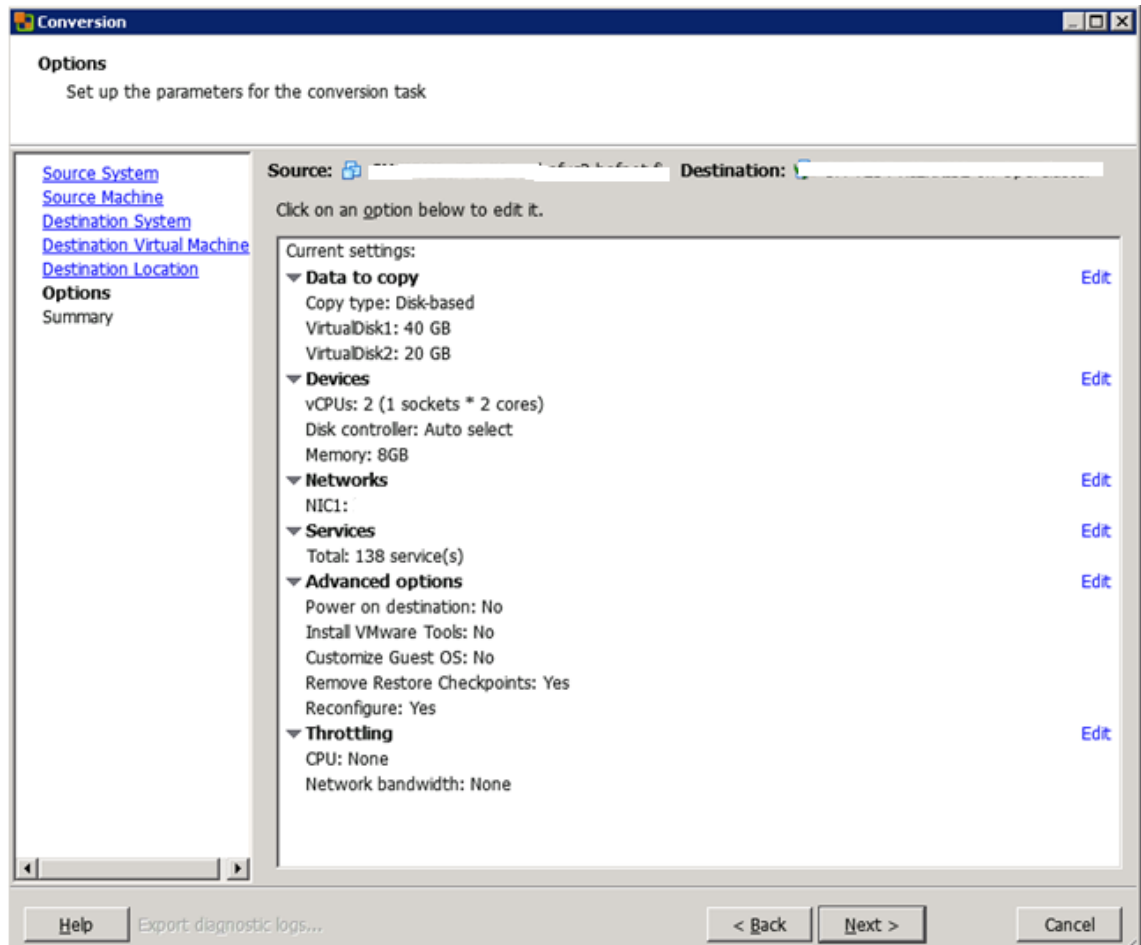


Valitaan virtuaalikone joka halutaan konvertoida. 'Next'.

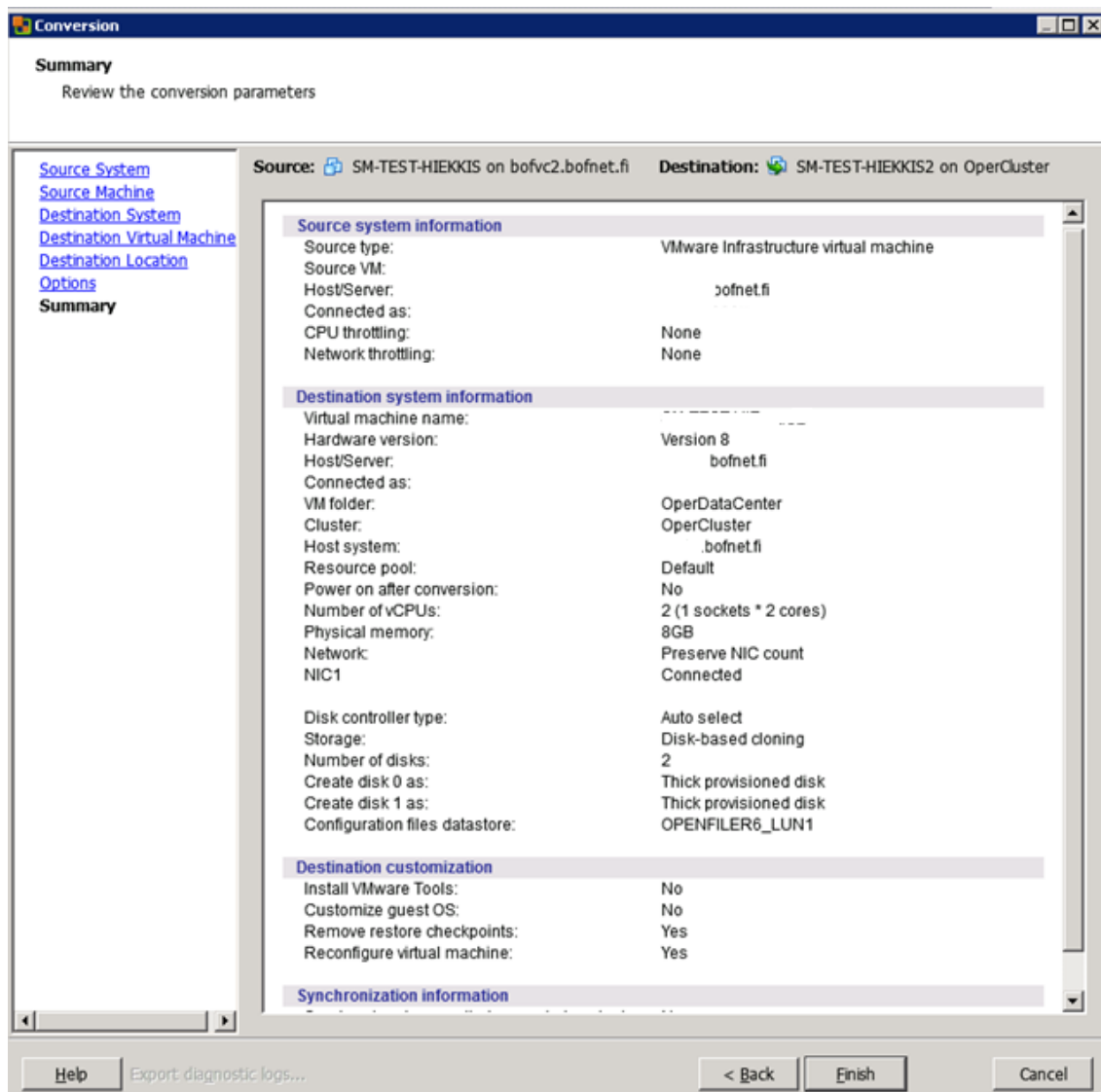




Valitaan valitsemallemme virtuaalikoneelle määränpää eli hiekkalaatikon kahdesta isäntäkoneesta toinen host 1 tai 2. 'Next'.



Sitten voidaan vielä muuttaa asetuksia koskien virtuaalikonetta. Esim. levyn koko, prosessorit, muisti, verkko, palvelut jne. Seuraava vaihe 'Next'.



Yllä yhteenveto valinnoista. Viimeistellään virtuaalikoneen konvertointi hiekkalaatikolle painamalla 'Finish'.